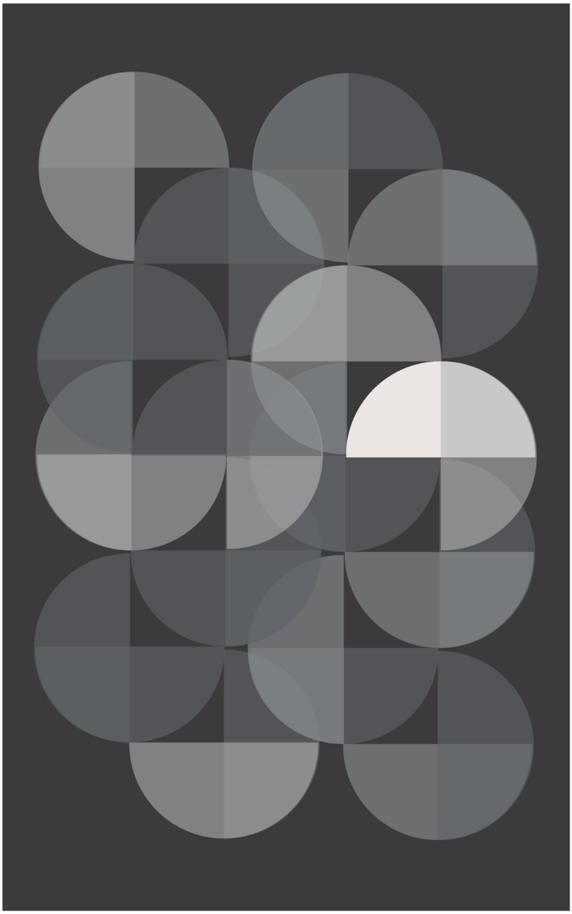
عالم المعرفة

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت



مستقبل العقل

الاجتهاد العلمي لفهم العقل وتطويره وتقويته

ميشيو كاكو

ترجمة: سعدالدين خرفان

المجلس الوطني
للثقافة والفنون والآداب

المجلس الوطني
للثقافة والفنون والآداب

عالم المعرفة
سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

صدرت السلسلة في يناير 1978
أسسها أحمد مشاري العدواني (1923–1990) ود. فؤاد زكريا (1927–2010)

مستقبل العقل

الاجتهاد العلمي لفهم العقل وتطويره وتقويته

ميشيو كاكو
ترجمة: سعدالدين خرفان

أبريل 2017
447

ترسل الاقتراحات على العنوان التالي :
السيد الأمين العام
للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب
ص . ب : 28613 - الصفاة
الرمز البريدي 13147
دولة الكويت
هاتف : 40713422 (965)
www.kuwaitculture.org.kw

التنضيد والإخراج والتنفيذ
وحدة الإنتاج في المجلس الوطني

ISBN 978 - 99906 - 0 - 549 - 5

العنوان الأصلي للكتاب

The Future of the Mind

The Scientific Quest to Understand, Enhance, and Empower the Mind

By

Michio Kaku

Doubleday, N.Y. 2014

طُبع من هذا الكتاب ثلاثة وأربعون ألف نسخة

رجب 1438 هـ ـ أبريل 2017

المواد المنشورة في هذه السلسلة تعبر
عن رأي كاتبها ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلس

المحتوى

مقدمة المترجم	9
المقدمة	13
الكتاب الأول: العقل والوعي	25
الفصل الأول: **الكشف عن أسرار الدماغ**	27
الفصل الثاني: **الوعي - وجهة نظر فيزيائي**	59
الكتاب الثاني: العقل فوق المادة	81
الفصل الثالث: **التخاطر: أطلعني على أفكارك**	83
الفصل الرابع: **التحريك بالدماغ: العقل يتحكم في المادة**	105
الفصل الخامس: **ذكريات وأفكار مصنَّعة حسب الطلب**	135
الفصل السادس: **دماغ آينشتاين وتطوير ذكائنا**	165
الكتاب الثالث: وعي معدَّل	205
الفصل السابع: **في أحلامك**	207

الفصل الثامن:
هل يمكن التحكم في العقل؟ 221

الفصل التاسع:
حالات معدَّلة من الوعي 239

الفصل العاشر:
العقل الاصطناعي والوعي السيليكوني 263

الفصل الحادي عشر:
الهندسة العكسية للدماغ 305

الفصل الثاني عشر:
مستقبل العقل فيما وراء المادة 325

الفصل الثالث عشر:
العقل بوصفه طاقة بحتة 345

الفصل الرابع عشر:
العقل الغريب 359

الفصل الخامس عشر:
ملاحظات ختامية 387

ملحق: وعي كوانتي 399

الهوامش 415

المصطلحات 425

اقتراحات للقراءة 427

مقدمة المترجم

يأتي كتاب «مستقبل العقل» كأحدث كتاب لعالم الفيزياء الشهير ميشيو كاكو. وميشيو كاكو حاصل على جائزة نوبل في الفيزياء، لمشاركته في نظرية الأوتار الفائقة، التي تُعد واحدةً من أحدث النظريات الموحدة للطاقات في الكون. صدر هذا الكتاب في فبراير من العام 2013، وقد أقدمتُ على ترجمته فوراً لعلمي بأهميته، ولما يتمتع به المؤلف من مقدرة علمية وموهبة في تقديم أحدث البحوث والابتكارات في مجالات العلوم كلها بشكل مشوق وأسلوب ممتع وبسيط. ولعل أهم ما يميز ميشيو كاكو هو حديثه المستمر عن المستقبل. فمنذ صدور كتابه «رؤى مستقبلية» الذي سبق أن ترجمتُه لسلسلة «عالم المعرفة» في نهاية القرن الماضي، مرورا بكتابه الآخر عن «مستقبل الفيزياء»، وصولا إلى كتابه الحالي عن مستقبل العقل، نرى كاكو مشغولا دوما بآخر الابتكارات والبحوث العلمية، وما يمكن أن يتوصل إليه العلم في المستقبل، وتأثير ذلك في حياتنا ووجودنا من كل النواحي الاجتماعية والفكرية والمعيشية والثقافية.

«إن فك شفرة الدارة العصبية المعقدة للدماغ، والذي اعتُبر مرة بشكل ميئوس منه خارج نطاق العلم الحديث، هو الآن لب مشروعين مُلحَّين يشبهان إلى حد بعيد مشروع الجينوم البشري، مما سيغير المشهد الطبي والعلمي».

يتحدث الكتاب عن الأبحاث التي تدور بشكل متسارع وكثيف لكشف أسرار العقل. لقد بقي الدماغ سراً مغلقاً آلاف السنين. فقد احتقره الفراعنة ورموا به في سلة القاذورات أثناء التحنيط. واعتبر أرسطو أن الروح تكمن في القلب، وأن وظيفة الدماغ هي تبريد الأوعية الدموية فقط. وعدَّه العلماء حتى وقت قريب سراً لا يمكن للعلم الخوض فيه. لكن بعض الأحداث التي جرت جعلت العلماء يعملون على تشريح الدماغ، ومعرفة الأجزاء التي يتكون منها، ووظيفة كل منطقة من مناطقه. كما أن ابتكار جهاز الرنين المغناطيسي وآلة التحريض الكهربائي في التسعينيات، وغيرهما من الأدوات، ساعد كثيراً في تتبُّع عمليات التفكير والإحساس. لقد عملت هذه الآلات الحديثة في هذا المجال عمل المقراب الذي مكَّن جاليليو من إثبات كروية الأرض ودورانها حول الشمس، وأحدثَ اكتشافات في علم الفلك خلال 15 سنة أكثر مما اكتُشف على مدى آلاف السنين.

باستخدام مسوحات الرنين المغناطيسي تمكن العلماء من قراءة الأفكار التي تدور في عقولنا. ويمكن للعلماء أيضا وضع شريحة في دماغ المريض المشلول كليا ووصلها بحاسوب، بحيث يمكن للمريض من خلال التفكير وحده أن يتجوَّل عبر الإنترنت، وأن يقرأ البريد الإلكتروني ويكتبه، وأن يلعب ألعاب الفيديو، وأن يتحكم في المقعد المتحرك، ويشغِّل الأدوات المنزلية، وأن يتحكم في ذراعين ميكانيكيتين. الحقيقة أنه يمكن لمثل هؤلاء المرضى، باستخدام حاسوب، أن يفعلوا أي شيء يمكن لشخص عادي أن يفعله.

يستنبط المؤلف من اختصاصه في «الفيزياء النظرية» نظرية للوعي دعاها بنظرية «زمكان الوعي». تؤكد هذه النظرية فكرة أن الحيوانات تصنع نموذجاً للعالم بحسب المكان وبحسب بعضها مع بعض بشكل رئيس، بينما يتخطى البشر ذلك، ويصنعون نموذجاً للعالم بحسب الزمان إلى الأمام وإلى الوراء. يعرف الوعي في هذه النظرية على أنه «عملية خلق نموذج للعالم باستخدام دارات تغذية راجعة عديدة بمتغيرات مختلفة (كدرجة الحرارة والمكان والزمان والعلاقة مع المتغيرات الأخرى) لتحقيق هدف ما (إيجاد الشريك أو الطعام أو المأوى). ويصنف الوعي رقميا على أساس عدد دارات التغذية الراجعة المستخدمة في صنع نموذج للعالم وعلى درجة تعقيدها.

إدراكا لأهمية البحث العلمي في العقل، أعلن كل من الرئيس الأمريكي السابق باراك أوباما والاتحاد الأوروبي في يناير 2013 مشروعين مستقلين تماماً لإعادة هندسة الدماغ؛ قد تصل تكاليفهما في النهاية إلى عدة مليارات الدولارات. إن فك شفرة الدارة العصبية المعقدة للدماغ، والذي اعتُبر مرة بشكل ميئوس منه خارج نطاق العلم الحديث، هو الآن لب مشروعين مُلحَّين يشبهان إلى حد بعيد مشروع الجينوم البشري، مما سيغير المشهد الطبي والعلمي. لن يعطينا هذا فهما غير مسبوق للدماغ فقط، لكنه سيخلق أيضا صناعات جديدة، وسيحفز النشاط الاقتصادي، وسيفتح مجالات جديدة في علم الأعصاب.

أرجو أن يقدم هذا الكتاب الفائدة والمعرفة للقراء والمثقفين في العالم العربي، وأن يحفز الأجيال الصاعدة المتشوقة للعلم على متابعة هذه المواضيع المهمة، والانخراط في البحث العلمي، كما أتمنى أن أكون قد وُفقت في ترجمة هذا الكتاب العلمي الصعب. وأخيرا أتوجه بالشكر للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب في دولة الكويت على قيامه بهذا الدور المهم في نشر المعرفة في العالم العربي، والموافقة على نشر هذا الكتاب.

والله من وراء القصد وهو ولي التوفيق.

المترجم

د. سعد الدين خرفان

المقدمة

«ربما تتداعى أجسادنا في النهاية وتموت، لكن هل يمكن أن يعيش عقلنا إلى الأبد؟»

العقل والكون هما أعظم سرين من أسرار الطبيعة كلها. ومع التقدم الواسع في تقنيتنا، تمكّنا من تصوير مجرات تبعد عنا مليارات السنين الضوئية، والتصرف بالجينات التي تتحكم في الحياة، وتفحّص المسار الداخلي للذرة، لكن العقل والكون مازالا يفلتان منا، ومازالا يثيران دهشتنا. إنهما الجبهتان الأكثر غموضا وإثارة في العلم.

لو أردت تقدير عظمة الكون، فقط جلْ ببصرك في السماء التي تتلألأ بمليارات النجوم في الليل. منذ أن دهش أسلافنا لأول مرة بروعة السماء المليئة بالنجوم، أثارت هذه الأسئلة الخالدة حيرتنا: من أين أتى هذا كله؟ وماذا يعني؟

لمعرفة سر عقلنا، ما علينا سوى أن ننظر إلى صورتنا في المرآة ونتساءل. ما الذي يقبع خلف أعيننا؟ يثير هذا أسئلة مقلقة مثل: هل نمتلك روحا؟ ما الذي يحدث لنا بعد موتنا؟ من «أنا» على أي حال؟ والأكثر أهمية، فإن هذا يأخذنا

إلى السؤال النهائي: ما موقعنا في هذا المخطط الكوني العظيم؟ وكما قال عالم الأحياء الفيكتوري العظيم توماس هكسلي ذات مرة «إن السؤال الأهم من أسئلة الإنسانية كلها، والمشكلة التي تكمن خلف المشاكل الأخرى جميعها، والأكثر إثارة من أي منها، هو تحديد موقع الإنسان في الطبيعة، وعلاقته بالكون».

هناك 100 مليار نجم في مجرة درب التبانة، وهذا هو تقريبا عدد العصبونات في دماغنا. ربما عليك أن تسافر 24 تريليون ميل إلى أول نجم خارج منظومتنا الشمسية، للعثور على جسم له التعقيد نفسه لهذا الذي يقبع فوق كتفيك[1]. يفرض العقل والكون علينا أكبر تحد علمي على الإطلاق، لكنهما أيضا يشتركان في علاقة غريبة. من ناحية فهما قطبان متعارضان. الأول يتعلق باتساع الفضاء الخارجي، حيث نصادف أجساما غريبة كالثقوب السوداء، والنجوم المنفجرة، والمجرات المتصادمة. بينما يتعلق الآخر بالفضاء الداخلي، حيث نصادف أكثر آمالِنا ورغباتنا حميمية وخصوصية. ليس العقل أبعد من فكرتنا التالية، ومع ذلك فكثيرا ما لا نملك أي فكرة عندما يطلب منا أن نعبّر عنها أو نفسرها.

لكن على الرغم من أنهما متعارضان في هذه الناحية، فإن لهما تاريخا وقصة مشتركة. لقد غُلفا كلاهما بالخرافات والسحر منذ الأزل. ادّعى المنجمون وعلماء الفراسة أنهم عثروا على معنى الكون في كل مجموعة من الأبراج، وفي كل نتوء في الدماغ. وخلال هذا احتفي بقارئي الدماغ وبالعرافين واحتُقروا بالتناوب على مر السنين.

يستمر تقاطع العقل والكون بطرق مختلفة، وإلى حد بعيد بفضل بعض الأفكار الموقدة للذهن والتي نعثر عليها مرارا في روايات الخيال العلمي. فخلال قراءتي هذه الروايات وأنا طفل، كنت أحلم في اليقظة بأن أكون عضوا من السلان Slan، وهم جنس من المتخاطرين عن بعد من صنع خيال الروائي فان فوغت(*). دهشت بالكيفية التي استطاع بها متحوّل دعي بالبغل The Mule أن يطلق قدراته الهائلة في التخاطر، وأن يسيطر تقريبا على إمبراطورية المجرة في ثلاثية إسحق آسيموف(**) «الأساس» Foundation Trilogy. وفي فيلم «الكوكب المحظور» Forbidden Planet (*)،

(*) A.E. Van Vogt (1912 – 2000) هو مؤلف روايات خيال علمي كندي. كتب 39 رواية والعديد من القصص القصيرة. سلان Slan هو عنوان روايته الصادرة في العام 1946. [المحررة].

(**) Isaak Asimov (1920 – 1992)، هو مؤلف أمريكي ولد في روسيا، ويعد من أشهر مؤلفي الخيال العلمي بإنتاجه الغزير الذي تجاوز الخمسمائة كتاب. [المحررة].

تساءلت كيف يمكن لحضارة أكثر تقدما من حضارتنا بملايين السنين أن تنقل قدراتها في التحريك بالدماغ لإعادة تشكيل الواقع بحسب رغباتها وأمزجتها.

ثم عندما كنت في العاشرة من العمر، ظهر «دانينجر المدهش»(**) على شاشة التلفاز. كان يبهر المشاهدين بحيله السحرية الرائعة. كان شعاره «بالنسبة إلى أولئك الذين يؤمنون، لا حاجة لدي إلى التفسير، وبالنسبة إلى أولئك الذين لا يؤمنون، فلن يفي أي تفسير بالغرض». في يوم من الأيام صرّح بأنه سيرسل أفكاره إلى ملايين الناس في كل أنحاء البلد. أغمض عينيه وبدأ بالتركيز، قائلا إنه سيرسل شعاعيا اسم رئيس الولايات المتحدة المقبل. طلب من الناس أن يسجلوا الاسم الذي وصل إلى أدمغتهم على بطاقة، وأن يرسلوها إليه بالبريد. في الأسبوع التالي أعلن بزهوٍ أن آلاف البطاقات تدفقت إليه وهي تحمل الاسم «روزفلت»، وهو الاسم نفسه الذي كان «يرسله شعاعيا» عبر الولايات المتحدة.

لم أُذهل. في ذلك الوقت كانت سمعة روزفلت قوية بين أولئك الذين عاشوا خلال فترة الكساد والحرب العالمية الثانية، لذا لم يكن هذا مفاجئا. (فكرت أن الأمر سيكون مدهشا حقا لو أنه فكّر في الرئيس ميلارد فيلمور)(***).

على رغم ذلك فقد ألهب ذلك خيالي، ولم أستطع مقاومة الإغراء بتجريب التخاطر بنفسي، محاولا قراءة أفكار الناس الآخرين بالتركيز بأقصى استطاعتي. كنت أغمض عينيَ وأركز بعمق، محاولا «الإصغاء» إلى أفكار الناس الآخرين، وتحريك الأجسام بالدماغ حول غرفتي.

لكني فشلت.

ربما سار متخاطرون على وجه الأرض في مكان ما، لكنني لم أكن واحدا منهم. في أثناء ذلك، بدأت أدرك أن «الإنجازات المذهلة للمتخاطرين ربما كانت مستحيلة - على الأقل من دون مساعدة من الخارج. لكن في السنوات التي تلت ذلك، تعلمت أيضا ببطء درسا آخر: لسبر أغوار أكبر أسرار الكون، لم يكن المرء في حاجة إلى قدرات

(*) فيلم أمريكي أُنتج في العام 1956. [المحررة].

(**) هو جوزيف دانينجر (1892-1975) Joseph Dunninger ، وكان من أوائل من قدموا الحيل السحرية في الإذاعة والتلفزيون. [المحررة].

(***) Millard Fillmore (1800-1874)، هو الرئيس الثالث عشر للولايات المتحدة الأمريكية، وقد تولى الرئاسة بعد وفاة زكاري تايلور (1784 – 1850). [المحررة].

تخاطرية أو فوق بشرية. على المرء فقط أن يتمتع بعقل منفتح ومصمم وفضولي. وبشكل خاص، لفهم ما إذا كانت المخططات الرائعة في الخيال العلمي ممكنة، عليك أن تغوص في مجال الفيزياء المتقدمة. ولفهم النقطة الدقيقة التي يصبح عندها الممكن مستحيلا، عليك أن تقدر أهمية قوانين الفيزياء، وأن تفهمها.

ألهبت هاتان الرغبتان خيالي خلال تلك السنوات كلها: فهم القوانين الأساسية في الفيزياء، ورؤية كيف سيشكل العلم مستقبل حياتنا. لتوضيح هذا، وللمشاركة في متعتي في البحث عن القوانين النهائية في الفيزياء، ألفت كتب «الفضاء الفائق»، و«ما بعد آينشتاين»، و«عوالم متوازية». وللتعبير عن ولعي بالمستقبل، ألفت كتب «رؤى»، و«فيزياء المستحيل»(*)، و«فيزياء المستقبل». وخلال فترة كتابة هذه الكتب والبحث فيها، كنت أذكّر باستمرار بأن العقل البشري لايزال إحدى أعظم القوى في العالم، وأكثرها غموضا.

بالفعل افتقدنا طوال معظم مراحل التاريخ فهم كيفية عمله. فالمصريون القدماء، مع إنجازاتهم العظيمة في الفنون والعلوم كلها، اعتقدوا أن الدماغ عضو غير فاعل، ورموه بعيدا عند تحنيطهم للفراعنة. وكان أرسطو على يقين بأن الروح تكمن في القلب، وليس في العقل، الذي كانت وظيفته الوحيدة بالنسبة إليه تبريد نظام الأوعية الدموية. واعتقد آخرون مثل ديكارت أن الروح دخلت الجسد من خلال الغدة الصنوبرية للدماغ. لكن في غياب أي دليل ثابت، لم يكن من الممكن البرهان على أي من هذه النظريات.

استمرّ هذا «العصر المظلم» لآلاف السنين، ولسبب معقول. يزن الدماغ 3 أرطال فقط، ومع ذلك فهو أعقد جسم في النظام الشمسي كله. وعلى الرغم من أنه يحتل 2 في المائة فقط من وزن الجسم، فإن للدماغ شهية قوية، بحيث إنه يستهلك 20 في المائة من الطاقة الكلية (في حديثي الولادة، يستهلك الدماغ 65 في المائة من طاقة الرضيع)، بينما يرمز 80 في المائة من جيناتنا كلها من أجل الدماغ. هناك ما يقدر بـ 100 مليار عصبون داخل الجمجمة، مع رقم فلكي من الوصلات والممرات العصبية.

في العام 1977، عندما كتب عالم الفلك كارل ساغان كتابه الفائز بجائزة بوليتزر «تنينات عدن»، لخَص بشكل عريض ما كان معروفا عن الدماغ حتى ذلك الوقت.

(*) العدد 399 من سلسلة «عالم المعرفة»، ترجمة د. سعد الدين خرفان.

ألّف كتابه بشكل جميل، وحاول تقديم صورة عن واقع علم الأعصاب، الذي اعتمد بشدة في ذلك الوقت على مصادر ثلاثة رئيسة. الأول كان مقارنة أدمغتنا بأدمغة الكائنات الأخرى. وكان هذا معقدا وصعبا لأنه تطلّب تشريح أدمغة آلاف الحيوانات. كانت الطريقة الثانية غير مباشرة بالقدر نفسه: تحليل ضحايا النوبات القلبية والمرض، الذين يظهرون غالبا تصرَفات غريبة بسبب مرضهم. ولا يمكن معرفة الجزء المعطوب من الدماغ إلا بإجراء تشريح بعد الوفاة. وثالثا، يمكن للعلماء استخدام أقطاب لمسح الدماغ للتوصل ببطء وصعوبة إلى معرفة الجزء المؤثر في التصرف.

لكن الأدوات الرئيسة في علم الأعصاب لم تقدّم طريقة منهجية لتحليل الدماغ. لا يمكنك ببساطة طلب ضحية نوبة قلبية بعطل في المنطقة المحددة التي تريد دراستها من الدماغ. وبما أن الدماغ نظام ديناميكي حي، لم يظهر التشريح بعد الوفاة غالبا الخصائص الأكثر أهمية مثل كيف تتفاعل أجزاء الدماغ، فضلا عن كيف تنتج مثل هذه الأفكار المتنوعة كالحب والكره والغيرة والفضول.

ثورتان توأمتان

اخترع المقراب (التلسكوب) منذ 400 عام، وبين عشية وضحاها تقريبا حدّقت هذه الآلة الجديدة الخارقة في لب الأجسام السماوية. كان أحد أكثر الآلات ثورية (وتحريضا) في العصور كلها. فجأة أمكنك أن ترى بعينيك الاثنتين عقائد الماضي وخرافاته تتلاشى مثل ضباب الفجر. وبدلا من أن تكون هذه الأجسام أمثلة كاملة على الحكمة الإلهية، كانت هناك حفر خشنة على سطح القمر، وكانت هناك ثقوب سوداء في الشمس، وكانت هناك أقمار للمشتري، وأطوار للزهرة، وحلقات لزحل. إن ما عُرف عن الكون في الخمسة عشر عاما التي تلت اختراع المقراب أكثر مما عرف عنه خلال التاريخ البشري بأكمله.

ومثل اختراع المقراب، حوّل إدخال آلات الرنين المغناطيسي وأنواع مختلفة من مسوحات الدماغ المتقدمة، في منتصف التسعينيات والألفية الثالثة، علم الأعصاب. ما تعلمناه عن الدماغ في السنوات الخمس عشرة الأخيرة أكثر مما تعلمناه خلال التاريخ البشري السابق كله، فقد أصبح الدماغ، الذي اعتبر فيما مضى صعب المنال، يحتل مكانة رئيسة.

يكتب إيريك كاندل من معهد ماكس بلانك في توبينغين ألمانيا، والحائز جائزة نوبل: «لم تأت المعارف الأكثر قيمة حول العقل البشري، والتي ظهرت خلال هذه الفترة، من العلوم التي تتعلق تقليديا بالدماغ – كالفلسفة وعلم النفس والتحليل النفسي. لقد أتت بدلا من ذلك من اندماج هذه العلوم مع بيولوجيا الدماغ...»(2).

لعب الفيزيائيون دورا محوريا في هذا المجهود، مقدِّمين فيضا من الأدوات الجديدة بأسماء مثل MRI وEEG وPET وCAT وTCM وTES وDBS غيَرت بشكل كبير دراسة الدماغ. استطعنا فجأة بواسطة هذه الآلات رؤية الأفكار وهي تتحرك ضمن الدماغ الحي المفكّر. وكما يقول عالم الأعصاب راماشاندران(*) من جامعة كاليفورنيا - سان دييغو «هذه الأسئلة كلها التي بقي الفلاسفة يدرسونها لآلاف السنين، يمكن لنا نحن العلماء البدء في استكشافها بتصوير الدماغ، ودراسة المرضى، وبطرح الأسئلة الصحيحة»(3).

بالنظر إلى الوراء، فقد تقاطعت بعض مغامراتي الأولى في عالم الفيزياء مع التقنيات نفسها التي تفتح العقل الآن أمام العلم. في المدرسة الثانوية على سبيل المثال، أصبحت ملمّا بنوع جديد من المادة، دعي مضاد المادة، وقررت أن أنفّذ مشروعا علميا في هذا الموضوع. وبما أنها إحدى أكثر المواد غرابة على سطح الأرض، كان علي أن أناشد هيئة الطاقة الذرية القديمة الحصول على كمية ضئيلة من الصوديوم 22، وهي مادة تصدر عادة إلكترونا موجبا (مضاد الإلكترون أو البوزيترون). وبهذه العينة الصغيرة بين يدي، استطعت بناء غرفة غيوم، وحقلا مغناطيسيا قويا سمح لي بتصوير آثار البخار الذي تركته جسيمات مضاد المادة. لم أعلم بذلك آنذاك، لكن الصوديوم 22 سيصبح سريعا أداة مهمة في تقنية جديدة دعيت PET (الرسم السطحي لإصدار البوزيترون) التي أعطتنا منذ ذلك الوقت معلومات مذهلة جديدة حول العقل المفكِّر.

ومع ذلك فقد جرّبت تقنية أخرى في المدرسة الثانوية وهي تقنية الرنين المغناطيسي. حضرت محاضرة لفيليكس بلوخ من جامعة ستانفورد، الذي حاز جائزة نوبل للفيزياء للعام 1952 بالمشاركة مع إدوارد بورسيل لاكتشافهما الرنين المغناطيسي النووي. شرح الدكتور بلوخ لنا نحن طلاب المدرسة الثانوية أنه لو كان

(*) فيلايانار راماشاندران Vilayanur S. Ramachandran، عالم أعصاب شهير، من مواليد الهند في العام 1951. [المحررة].

لديك حقل مغناطيسي قوي فإن الذرات ستصطف شاقوليا في ذلك الحقل كالإبر المغناطيسية. ثم لو طبّقت نبضة راديوية على هذه الذرات عند تردد طنيني محدد فبإمكانك جعلها تنقلب. وعندما تقلب مرة أخرى للجهة المعاكسة، فسوف تصدر نبضة أخرى على شكل رنين، مما يسمح لك بتحديد هوية هذه الذرات. (بعد ذلك استخدمت مبدأ الرنين المغناطيسي لبناء مسرّع جسيمات بقدرة 2.3 مليون إلكترون فولت في مرآب والدتي).

بعد عدة سنوات، عندما كنت مبتدئا في جامعة هارفارد، كان لي الشرف أن يدرّسني الدكتور بورسيل مادة الديناميكا الكهربائية (الإلكتروديناميك). وفي ذلك الوقت نفسه تقريبا، كانت لديّ وظيفة صيفية، وسنحت لي الفرصة للعمل مع الدكتور ريتشارد إرنست الذي كان يحاول تعميم عمل بلوخ وبورسيل على الرنين المغناطيسي. نجح في ذلك بشكل رائع، وفاز في النهاية بجائزة نوبل في الفيزياء عام 1991 لوضع الأساس لآلة الـ MRI الحديثة (التصوير بالرنين المغناطيسي). وبدورها زودتنا آلة الـ MRI بصور مفصلة للدماغ الحي بتفاصيل أدق من مسوحات PET.

تمكين العقل

أصبحت في النهاية أستاذا في الفيزياء النظرية، لكن شغفي بالعقل بقي على حاله. من المثير رؤية كيف جعلت التطورات في الفيزياء خلال العقد الأخير بعض الإنجازات في العقل، والتي أثارتني عندما كنت طفلا، ممكنةً. باستخدام مسوحات MRI يمكن للعلماء الآن أن يقرأوا الأفكار التي تدور في عقولنا. ويمكن للعلماء أيضا وضع شريحة في دماغ المريض المشلول كليا ووصلها إلى حاسوب، بحيث يمكن من خلال التفكير وحده أن يتجوّل عبر الإنترنت، وأن يقرأ البريد الإلكتروني ويكتبه، وأن يلعب ألعاب الفيديو، وأن يتحكم في المقعد المتحرك ويشغّل الأدوات المنزلية، وأن يتحكم في ذراعين ميكانيكيين. في الحقيقة، يمكن لمثل هؤلاء المرضى باستخدام حاسوب أن يفعلوا أي شيء يمكن لشخص عادي أن يقوم به.

يمضي العلماء الآن إلى أبعد من ذلك، وذلك بوصل الدماغ مباشرة بهيكل خارجي يمكن لهؤلاء المرضى أن يرتدوه حول أعضائهم المشلولة. قد يتسنى لمشلولي الأطراف يوما ما أن يعيشوا حياة عادية تقريبا. يمكن لهذه الهياكل الخارجية أن تعطينا أيضا

قدرات غير عادية تمكّننا من التعامل مع الحالات الطارئة القاتلة. قد يتمكن رواد الفضاء لدينا يوما ما من استكشاف الكواكب بالتحكم عقليا في أدوات ميكانيكية من داخل غرف معيشتهم المريحة.

كما في فيلم «المصفوفة» The Matrix (*) ربما يمكننا يوما ما أن ننسخ ذكريات ومهارات باستخدام الحاسوب. في دراسات الحيوان، استطاع العلماء مسبقا حشر ذكريات معينة ضمن الدماغ. ربما ستكون مسألة وقت فقط قبل أن نستطيع نحن أيضا حشر ذكريات اصطناعية في أدمغتنا لتعلم مواد جديدة، وقضاء العطلة في أماكن جديدة، وإتقان هوايات جديدة. ولو أمكن تحميل مهارات تقنية في أدمغة العمال والعلماء فربما سيؤثر هذا في الاقتصاد العالمي. وربما أمكننا أيضا التشارك في الذكريات. ربما يبني العلماء يوما ما «إنترنت الدماغ»، أو شبكة – دماغ، حيث ترسل الأفكار والعواطف إلكترونيا حول العالم. وحتى الأحلام ستُصوَّر فيديويا، ثم «تُرسَل – دماغيا» عبر الإنترنت.

ربما تعطينا التقنية أيضا القوة على تطوير ذكائنا. حصل تقدم في فهم القدرات غير العادية لـ«العلماء الموهوبين» الذين يمتلكون قدرات رياضية وفنية وعقلية مدهشة حقا. والأكثر من ذلك، فإن الجينات التي تميّزنا عن القرود تُرتَّب الآن معطية إيانا لمحة لا تقارن في الأصول التطورية للدماغ. وقد عزلت بالفعل جينات حيوانات يمكن لها أن تزيد من ذاكرتها ومن أدائها العقلي.

إن حجم الإثارة والأمل المتولّدين من هذه التطورات الكاشفة ضخم جدا بحيث إنه أثار انتباه السياسيين. وفي الحقيقة، أصبح علم العقل فجأة مصدر تنافس عبر الأطلسي بين القوى الاقتصادية الأعظم على الأرض. في يناير 2013 أعلن كل من الرئيس باراك أوباما والاتحاد الأوروبي ما قد يصبح في النهاية تمويلا بعدة مليارات من الدولارات لمشروعين مستقلين سيعيدان هندسة الدماغ. إن فك شفرة الدارة العصبية المعقدة للدماغ، والذي اعتبر مرة بشكل ميئوس منه خارج نطاق العلم الحديث، هو الآن مركز مشروعين ملحّين يشبهان مشروع الجينوم البشري، مما سيغير المشهد الطبي والعلمي. لن يعطينا هذا فهما غير مسبوق للدماغ فقط، لكنه سيخلق أيضا صناعات جديدة، وسيحفّز النشاط الاقتصادي، وسيفتح مجالات جديدة في علم الأعصاب.

(*) فيلم أمريكي أنتج في العام 1999. [المحررة].

لا تكاد تُفَك أخيرا شفرة الممرات العصبية للدماغ، حتى يتمكّن المرء من تصور فهم الأصول الدقيقة للمرض العقلي، مما يؤدي ربما إلى علاج هذا الداء القديم. وسيجعل فك الشفرة هذه أيضا من الممكن صنع نسخة من الدماغ، مما يثير أسئلة فلسفية وأخلاقية. من نحن إذا كان بالإمكان تحميل وعينا على حاسوب؟ يمكننا أيضا اللعب بمبدأ الخلود. ربما تتداعى أجسادنا في النهاية وتموت، لكن هل يمكن أن يعيش عقلنا إلى الأبد؟

ووراء ذلك كله، ربما سيتحرر العقل يوما ما في المستقبل البعيد من قيود الجسد، ويتجول بين النجوم، كما خمَن العديد من العلماء. وبعد عدة قرون من الآن، يمكن للمرء أن يتصور وضع مخططنا العصبي بكامله على أشعة ليزرية، وإرسالها بعد ذلك إلى أعماق الفضاء، وربما كانت هذه هي الوسيلة الأكثر ملاءمة لوعينا كي يقوم باستكشاف النجوم.

يفتتح الآن مجال علمي ذكي جديد سيعيد تشكيل المصير البشري. نحن ندخل الآن عصرا ذهبيا جديدا من علم الأعصاب.

لتوقع هذه النبوءات، استعنت بمساعدة لا تقدر بثمن من قبل علماء سمحوا لي بكل كرم أن أقابلهم، وأن أذيع أفكارهم على الإذاعة الوطنية، وحتى أن أجلب طاقما تلفزيونيا إلى مخابرهم. هؤلاء هم العلماء الذين يضعون الآن أسس مستقبل العقل. ومن أجل تضمين أفكارهم في هذا الكتاب، كان لديّ مطلبان فقط:

1 - يجب أن تطيع تنبؤاتهم قوانين الفيزياء.

2 - يجب أن تكون هناك نماذج تبرهن مبدأ هذه الأفكار بعيدة المنال.

متأثر بالمرض العقلي

كتبت مرة سيرة حياة ألبرت آينشتاين في كتاب دعوته «كون آينشتاين»(*)، وكان عليّ أن أدخل في التفاصيل الدقيقة لحياته الخاصة. عرفت أن أصغر أطفال آينشتاين كان مصابا بانفصام الشخصية، لكنني لم أدرك الإجهاد العاطفي الضخم الذي أثَّر في حياة العالم العظيم. وقد تأثر آينشتاين بالمرض العقلي بطريقة أخرى، فقد كان الفيزيائي بول إهرنفست الذي ساعده في إنشاء نظرية النسبية العامة أحد أقرب

(*) Einstein's Cosmos, 2004.

أصدقائه. بعد تعرضه لنوبات من الكآبة، قتل إهرنفست ابنه الذي كان يعاني من متلازمة داون بشكل مأساوي ثم انتحر. وخلال السنوات وجدت أن الكثير من زملائي وأصدقائي كانوا يعانون التعامل مع الأمراض العقلية في عائلاتهم.

أثّر المرض العقلي بعمق أيضا في حياتي الخاصة. فمنذ عدة سنوات توفيت والدتي بعد صراع طويل مع مرض ألزهايمر. كان من المفجع رؤيتها تفقد تدريجيا ذاكرتها عن الأشخاص الذين تحبهم، والتحديق في عينيها، لأجد أنها لم تكن تعرف من أنا. رأيت انطفاء وميض الإنسانية ببطء منها. لقد أمضت حياة طويلة تكافح لتربية عائلة، وبدلا من أن تستمتع بأعوامها الذهبية الأخيرة، سرقت منها الذكريات العزيزة على قلبها.

ومع تقدم جيل ازدهار الولادات(*) في السن، ستتكرر هذه الخبرة المحزنة التي حصلت لي ولآخرين كثيرين. أملي هو أن يخفف التقدم السريع في علم الأعصاب يوما ما من الألم الذي شعر به أولئك المصابون بالمرض العقلي وعتَه الشيخوخة.

ما الذي يدفع هذه الثورة؟

تُفَك الآن شفرة البيانات التي تتدفق من مسوحات الدماغ، والتقدم في هذا المجال مذهل. تشير العناوين الرئيسة عدة مرات في العام إلى اختراق جديد. استغرق الأمر 350 سنة منذ اختراع المقراب للدخول في عصر الفضاء، لكن الأمر استغرق خمس عشرة سنة فقط منذ إدخال جهاز الـ MRI ومسوحات الدماغ المتقدمة لوصل الدماغ بالعالم الخارجي بشكل فعّال. لماذا تمَ التقدم بهذه السرعة، وكم سيأتي في المستقبل؟

حصل جزء من هذا التقدم السريع لأن الفيزيائيين اليوم لديهم فهم جيد للكهرطيسية (المغناطيسية الكهربائية)، التي تتحكم في الإشارات الكهربائية التي تتدفق عبر عصبوناتنا. تشكل العلاقات الرياضية لجيمس كلارك ماكسويل، والتي استخدمت لحساب فيزياء الهوائيات والرادار ولاقطات الراديو وأبراج الموجات المكروية، الأساس لتقنية جهاز الـ MRI. استغرق الأمر قرونا لحل سر الكهرطيسية في

(*) جيل ازدهار الولادات baby boomers age هو الجيل الذي ولد في خمسينيات القرن الماضي التي شهدت انفجارا في معدل الولادات في العالم. [المترجم].

نهاية المطاف، لكن يمكن لعلم الأعصاب اليوم أن يتمتَع بثمار هذا الإنجاز العظيم. في **الكتاب 1** سأستعرض تاريخ الدماغ، وأشرح كيف أن مجموعة من الأدوات الجديدة تركت مخبر الفيزياء وأعطتنا صورا ملونة رائعة لآليات التفكير. ولأن الوعي يؤدي دورا محوريا في أي نقاش حول العقل، أقدم أيضا وجهة نظر فيزيائية تشمل مملكة الحيوان أيضا. في الحقيقة، سأقدم تراتبا للوعي يظهر كيف أنه من الممكن تخصيص رقم لكل نوع من أنواع الوعي.

لكن للإجابة بشكل كامل عن السؤال حول كيفية تقدم هذه التقنية، علينا أن ننظر أيضا إلى قانون مور الذي يقول بأن قدرة الحاسوب تتضاعف مرة كل عامين. كثيرا ما أثير استغراب الناس بالحقيقة البسيطة أن هاتفك الخليوي اليوم يمتلك قدرة حاسوبية أكبر من قدرة مؤسسة ناسا كلها عندما وضعت رجلين على سطح القمر عام 1969. الحاسبات اليوم قوية بما يكفي لتسجيل الإشارات الكهربائية التي تصدر من الدماغ، وفك شفرتها جزئيا إلى لغة رقمية شائعة. يجعل هذا من الممكن للدماغ أن يتصل مباشرة بحاسبات للتحكم في أي جسم حوله. هذا الحقل الذي يتوسع بسرعة الآن يدعى BMI (اتصال الدماغ بالآلة) والتقنية المفتاح هي الحاسوب.

في الكتاب 2 سأستكشف هذه التقنية الجديدة التي جعلت تسجيل الذكريات وقراءة الدماغ وتصوير الأحلام فيديويا والتحريك بالعقل أمورا ممكنة.

في الكتاب 3 سأتفحص أشكالا مختلفة من الوعي تتراوح من الأحلام والعقاقير والمرض العقلي إلى الإنساليات(*) وحتى الغرباء Aliens من الفضاء الخارجي. وسنتعلم هنا أيضا حول إمكانية التحكم في الدماغ وتوجيهه للتعامل مع أمراض مثل الاكتئاب والباركنسون وألزهايمر وأمراض عديدة أخرى. سأتناول بالتفصيل أيضا بحوث الدماغ من خلال مشروع «تقنيات عصبية مبتكرة ومتطورة» (أو دماغ)(**) الذي أعلن عنه الرئيس أوباما، و«مشروع العقل الإنساني»(***) للاتحاد الأوروبي واللذين خصصا مليارات الدولارات لفك شفرة ممرات الدماغ نزولا إلى المستوى العصبي. سيفتح هذان البرنامجان السريعان بلا شك مساحات جديدة تماما للبحث

(*) الإنسالي كلمة منحوتة من إنسان آلي، أو الروبوت. [المترجم].

(**) Brain Research Througher Advancing Innovative Neurotechnologies (BRAIN).

(***) The Human Brain Project.

العلمي، مما يعطينا طرقا جديدة لمعالجة المرض العقلي - ولإظهار أعمق أسرار الوعي أيضا.

بعد تقديم تعريف للوعي، يمكننا استخدامه لاستكشاف الوعي غير الإنساني أيضا (أي وعي الإنساليات). إلى أي مدى يمكن للإنساليات أن تتطور؟ هل يمكن لها أن تمتلك عواطف؟ ويمكننا أيضا استكشاف وعي الغرباء، الذين يحتمل أن تكون لهم أهداف مختلفة تماما عن أهدافنا.

في الملحق، سأناقش ربما أغرب فكرة في العلم كله، فكرة جاءت من فيزياء الكم، وهي أن الوعي ربما يكون الأساس الرئيس للحقيقة.

ليس هناك نقص في المقترحات في هذا الحقل المتفجّر. الزمن وحده سيميز تلك التي هي مجرد أحلام صنعت من الخيال الجامح لكتّاب الخيال العلمي، وتلك التي تمثّل منافذ راسخة للبحث العلمي في المستقبل. إن التقدم في علم الأعصاب مذهل، وبطرق عديدة، كان مفتاح ذلك هو الفيزياء الحديثة، التي تستخدم القوة الكاملة للكهرطيسية والقوى النووية لاستكشاف الأسرار العظيمة المخبأة ضمن عقولنا.

يجب أن أؤكد أنني لست عالم أعصاب. فأنا فيزيائي نظري لديه اهتمام كبير بموضوع الدماغ. آمل أن تساعد وجهة نظر فيزيائي في إغناء معرفتنا، وأن تقدم فهما جديدا طازجا لأكثر الأجسام شهرة وغرابة في الكون كله: عقلنا.

لكن مع اعتبار السرعة الكبيرة التي تتطور بها آراء جديدة بشكل جذري، من المهم أن يكون لدينا فهم قوي عن كيفية تركيب الدماغ.

لذا، دعنا أولا نناقش أصول علم الأعصاب الحديث، التي يعتقد بعض المؤرخين أنها بدأت عندما دخل مسمار حديدي في دماغ رجل يدعى فينياس غيج Phineas Gage. أطلقت هذه الحادثة المحرّضة الأولى تفاعلا متسلسلا ساعد في فتح الدماغ أمام البحث العلمي الجدي. وعلى الرغم من أنها كانت حادثة مؤسفة بالنسبة إلى السيد غيج، فإنها مهّدت الطريق أمام العلم الحديث.

الكتاب الأول

العقل والوعي

افتراضي الأساسي حول الدماغ هو أن آليات عمله.. ما ندعوه أحيانا بالـ «عقل» - هو نتاج بنيته وفسيولوجيته، ولا شيء أكثر من ذلك.

كارل ساغان

الكشف عن أسرار الدماغ

في العام 1848 كان فينياس غيج يعمل مراقبا للسكك الحديدية في فيرمونت، عندما اشتعلت أصابع من الديناميت دافعة مسمارا بطول 3 قدم و7 إنش في وجهه، نفذ المسمار خلال الجزء الأمامي من دماغه، وخرج من أعلى جمجمته، ثم سقط في نهاية المطاف على بعد 80 قدما. ولصدمتهم من رؤية جزء من دماغ رئيسهم يطير، استدعى زملاؤه من العمال الطبيب. ولدهشة العمال (وحتى لدهشة الطبيب نفسه) لم يمت السيد غيج في موقع الحادثة.

كان غائبا عن الوعي لعدة أسابيع، لكنه في النهاية حقق ما بدا أنه شفاء كامل[1] (ظهرت صورة نادرة للسيد غيج عام 2009، تظهر رجلا وسيما وواثقا بنفسه بجرح على وجهه وعينه اليسرى ويمسك قضيبا معدنيا). لكن بعد هذه الحادثة، بدأ زملاؤه في العمل يلاحظون تغيرا

«إن ما نعتبره «حقيقةً» هو مجرد تقريب يقوم به العقل لملء الثغرات».

بارزا في شخصيته. فبعد أن كان مراقبا مرحا ومساعدا، أصبح جورج موبخا وأنانيا. نصحت السيدات بالبقاء بعيدا عنه. لاحظ الدكتور جون هارلو، وهو الطبيب الذي عالجه، أن غيج أصبح «مزاجيا ومترددا، يصمم خططا عدة لعمليات في المستقبل، والتي لا يكاد يجري ترتيبها حتى يتركها لخطط أخرى تبدو أكثر قابلية للتحقيق[2]. بدا كالطفل في قدرته العقلية وتصرفاته، لكنه امتلك الرغبات المتوحشة لرجل قوي». لاحظ الدكتور هارلو أنه «تغير جذريا» وأن زملاءه في العمل قالوا «إنه لم يعد غيج الذي عرفوه من قبل». بعد وفاة غيج في العام 1860، احتفظ الدكتور هارلو بجمجمته وبالقضيب المعدني الذي دخل في رأسه. أكدت مسوحات أشعة إكس المفصلة للجمجمة منذ ذلك الوقت أن القضيب المعدني تسبب في تخريب كبير في منطقة الدماغ خلف الجبهة، المعروفة بالفص الأمامي، في نصفي الكرة الأيمن والأيسر من الدماغ.

لم تغير هذه الحادثة العجيبة حياة فينياس غيج فقط، بل غيرت مسار العلم أيضا. سابقا، سيطر الاعتقاد بأن العقل والروح كيانان منفصلان، وهي فلسفة دعيت بالثنائية. لكن أصبح من الواضح بازدياد أن العطب في الفص الأمامي من الدماغ سبّب تغيرات مفاجئة في شخصية غيج. وهذا بدوره خلق تغيرا منهجيا في التفكير العلمي: ربما أمكن إيعاز تصرفات معينة إلى مناطق محددة من الدماغ.

دماغ بروكا

في العام 1861، بعد عام واحد فقط من وفاة غيج، تعززت هذه الفكرة من خلال عمل بيير بول بروكا، وهو طبيب في باريس وثق حالة مريض بدا عاديا غير أنه عانى قصورا شديدا في النطق. كان باستطاعة المريض أن يفهم الحديث، ويستوعبه تماما، لكن لم يكن في مقدوره النطق إلا بكلمة واحدة «تان». بعد وفاة المريض، برهن الدكتور بروكا خلال التشريح أن المريض عانى جرحا في فص دماغه الأيسر، وهو منطقة من الدماغ قرب أذنه اليسرى. أكد الدكتور بروكا بعد ذلك اثنتي عشرة حالة مشابهة لمرضى مصابين بعطل في هذه الناحية بالذات من الدماغ. واليوم يوصف المرضى الذين لديهم عطل في الفص الصدغي، وعادة في نصف الكرة الأيسر، بأنهم يعانون حبسة بروكا (بصورة عامة، يمكن للمرضى المصابين بهذا الاضطراب أن

يفهموا الخطاب لكنهم لا يستطيعون النطق، أو أنهم يسقطون العديد من الكلمات أثناء حديثهم).

بعد ذلك بزمن قليل، وصف الطبيب الألماني كارل فيرنيكه حالات لمرضى عانوا مشكلة معاكسة. كان بإمكانهم النطق بوضوح، لكنهم لم يكونوا قادرين على فهم الخطاب المحكي أو المكتوب. كان باستطاعة هؤلاء المرضى غالبا التحدث بطلاقة، بقواعد صحيحة وجمل مضبوطة، لكن بكلمات لا معنى لها، وعبارات غير مفهومة. وللأسف لم يكن هؤلاء المرضى غالبا يدركون أنهم يتفوهون بكلام غير مفهوم. أكد فيرنيكه بعد إجراء عمليات تشريح أن هؤلاء المرضى كانوا يعانون عطبا في منطقة مختلفة قليلا في الفص الصدغي الأيسر.

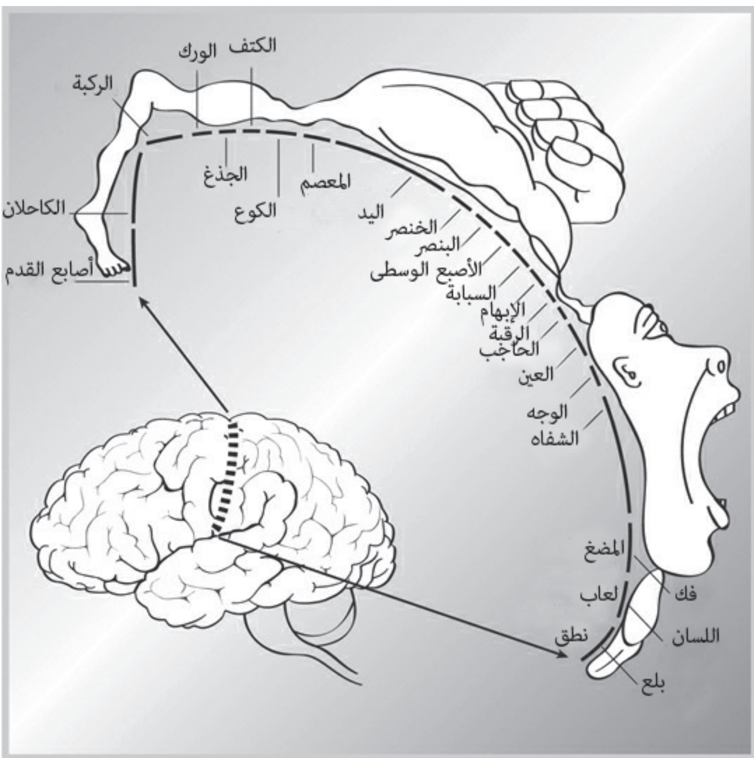
شكلت دراسات بروكا وفيرنيكه علامات فارقة في علم الأعصاب، مؤسسة لصلة واضحة بين المشاكل السلوكية، مثل الإعاقة في النطق واللغة، والعطب في مناطق محددة من الدماغ.

حصل اختراق آخر خلال فوضى الحرب. خلال التاريخ، وضعت مبادئ دينية عديدة تحرم تشريح جسم الإنسان، مما أعاق بشدة تطور الطب. ولكن في الحروب، بوجود عشرات الآلاف من الجنود الجرحى الذين يموتون على ساحات المعارك، أصبحت الحاجة ملحّة للأطباء لتطوير أي معالجة طبية فاعلة. خلال الحرب الدنماركية - البروسية في العام 1864، عالج الطبيب الألماني غوستاف فريتش العديد من الجنود بجروح عميقة في الدماغ، ولاحظ بالمصادفة أنه عندما لمس منطقة معينة من نصف الدماغ، ارتعش الجزء المقابل من الجسم. برهن فريتش بصورة منهجية بعد ذلك أنه عندما حرض الدماغ بالكهرباء، فإن النصف الأيسر من الدماغ تحكم في الجانب الأيمن من الجسم، والعكس صحيح (للمفارقة فقد سجل استخدام الأقطاب الكهربائية على الدماغ لأول مرة منذ ألفي عام من قبل الرومان. ففي العام 43 ق. م تظهر السجلات أن طبيب البلاط للإمبراطور كلوديوس استخدم أسماك الرعاد المشحونة كهربائيا على رأس مريض عانى أوجاعا شديدة في الرأس)[3].

لم تحلل معرفة وجود ممرات كهربائية تصل الدماغ بالجسم منهجيا حتى ثلاثينيات القرن الماضي، عندما بدأ الدكتور وايلدر بينفيلد في العمل على مرضى الصرع، الذين يعانون غالبا تشنجات ونوبات مرهقة يمكن أن تهدد حياتهم. كان

الخيار الأخير بالنسبة إليهم هو إجراء جراحة دماغية، تضمنت إزاحة أجزاء من الجمجمة وكشف الدماغ. (بما أن الدماغ لا يملك حساسات ألم، يمكن للمرء أن يكون واعيا خلال العملية بكاملها، لذا استخدم الدكتور بينفيلد مخدرا موضعيا فقط خلال العملية).

لاحظ الدكتور بينفيلد أنه عندما حرّض مناطق معينة من قشرة الدماغ بقطب، استجابت أطراف مختلفة من الجسم لذلك. أدرك فجأة أن بإمكانه أن يرسم علاقة واحد - واحد بين مناطق معينة من قشرة الدماغ وجسم الإنسان. كانت رسومه دقيقة جدا بحيث إنها لاتزال تستخدم من دون تعديل تقريبا اليوم. في أحد الأشكال



الشكل (1): هذه خارطة لقشرة الدماغ التي وضعها وايلدر بينفيلد، والتي وضح فيها أي منطقة من الدماغ تتحكم في أي جزء من الجسم

يمكنك رؤية أي منطقة من الدماغ تتحكم في أي وظيفة، ومدى أهمية كل وظيفة. على سبيل المثال، لأن أيدينا وأفواهنا ضرورية جدا لبقائنا على قيد الحياة، فإن قدرا كبيرا من طاقة الدماغ مخصصة للتحكم فيها، بينما نستطيع بالكاد تسجيل الحساسات في ظهورنا.

الأكثر من ذلك، فقد وجد بينفيلد أنه عند تحريض أجزاء من الفص الصدغي عاد مرضاه فجأة لتذكر ذكريات نسوها منذ زمن بطريقة واضحة جدا. صدم عندما تكلم أحد المرضى فجأة خلال عملية جراحية على الدماغ «كانت مثل... الوقوف أمام الباب في مدرستي الثانوية... سمعت والدتي تتكلم على الهاتف، وتخبر عمتي لتأتي إلينا في تلك الليلة»[4]. أدرك بينفيلد أنه كان يتحسس الذكريات المدفونة عميقا في الدماغ. وعن

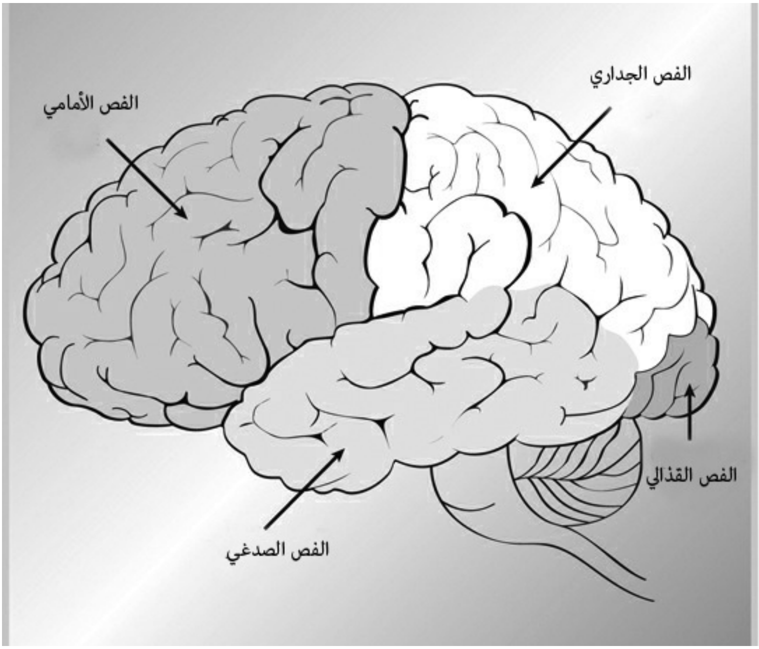
دما نشر نتائجه في العام 1951، أحدثت تحولا آخر في فهمنا للدماغ.

خارطة للدماغ

بحلول الخمسينيات والستينيات أصبح من الممكن رسم خارطة أولية للدماغ، محددة لمناطق مختلفة، ومميزة لوظائف بعضها.

في الشكل (2) نرى أن القشرة الخارجية للدماغ مقسمة إلى أربعة فصوص. إنها متطورة جدا بالنسبة إلى الإنسان. فصوص الدماغ جميعها مكرسة لمعالجة إشارات من حواسنا باستثناء واحد منها: الفص الأمامي، الموجود خلف الجبهة. القشرة أمام الجبهية Prefrontal Cortex، وهي الجزء الأول من الفص الأمامي، هي موقع معالجة التفكير العقلاني. فالمعلومات التي تقرأها الآن تعالج في قشرة الدماغ أمام الجبهية. يمكن لعطب في هذه المنطقة أن يعطل قدرتك على التخطيط للمستقبل، أو التفكير فيه. كما في حالة فينياس غيج. هذه هي المنطقة التي تستقر فيها المعلومات الآتية من حواسنا، وتنفذ خطط عملنا في المستقبل.

الفص الجداري يقع في أعلى الدماغ. يتحكم نصف الكرة الأيمن في الاهتمام بالأحاسيس وصورة الجسم. بينما يتحكم النصف الأيسر في الحركات المهارية، وبعض نواحي اللغة. يمكن لعطب في هذه المنطقة أن يسبب الكثير من المشاكل مثل الصعوبة في تحديد أجزاء من جسمك.



الشكل (2): الفصوص الأربعة للقشرة الجديدة للدماغ
وهي المسؤولة عن وظائف مختلفة لكن بعضها متعلق ببعض

يقع الفص القذالي في مؤخرة الدماغ، ويعالج المعلومات المرئية من العينين. يمكن للعطب في هذه المنطقة أن يسبب العمى والإعاقة البصرية.

يتحكم الفص الصدغي في اللغة (على الجانب الأيسر فقط)، وفي الإدراك البصري أيضا للوجوه، وبعض الأحاسيس العاطفية. يمكن لعطب في هذا الفص أن يجعلنا غير قادرين على الكلام أو التعرف على الوجوه المألوفة.

الدماغ المتطور

عندما تنظر إلى أعضاء أخرى في الجسم، مثل العضلات والعظام والرئتين، يبدو أن هناك نظاما واضحا وسببا لها يمكن لنا أن نتبينه بسهولة. لكن بنية الدماغ ربما تبدو موضوعة بعضها مع بعض بطريقة فوضوية نوعا ما. في الحقيقة فإن محاولة وضع خريطة للدماغ غالبا ما دعيت «خارطة للأغبياء».

لفهم البنية التي تبدو عشوائية للدماغ، طبق الدكتور باول ماكلين من المعهد الوطني للصحة العقلية في العام 1967 نظرية تشارلز داروين في التطور على الدماغ. قسم الدماغ إلى ثلاث مناطق (منذ ذلك الوقت أظهرت الدراسات أن هناك تعديلات على هذا النموذج، لكننا سوف نستعمله بوصفه مبدأ منظما تقريبيا لشرح البنية العامة للدماغ). لاحظ أولا أن الجزأين الخلفي والمتوسط من الدماغ، اللذين يحتويان على جذع الدماغ والمخيخ والعقد القاعدية، مماثلان تقريبا لأدمغة الزواحف. هذه المناطق التي تعرف بـ «دماغ الزواحف» هي البنى الأقدم في الدماغ، وهي التي تتحكم في الوظائف الحيوانية الأساسية كالتوازن والتنفس والهضم وضربات القلب وضغط الدم. وهي تتحكم أيضا في السلوكيات، مثل القتال والصيد والتناسل والاحتفاظ بالموقع والتي هي ضرورية للبقاء والتكاثر. يمكن تتبع تاريخ الدماغ الزواحفي إلى 500 مليون سنة في الماضي (انظر الشكل 3).

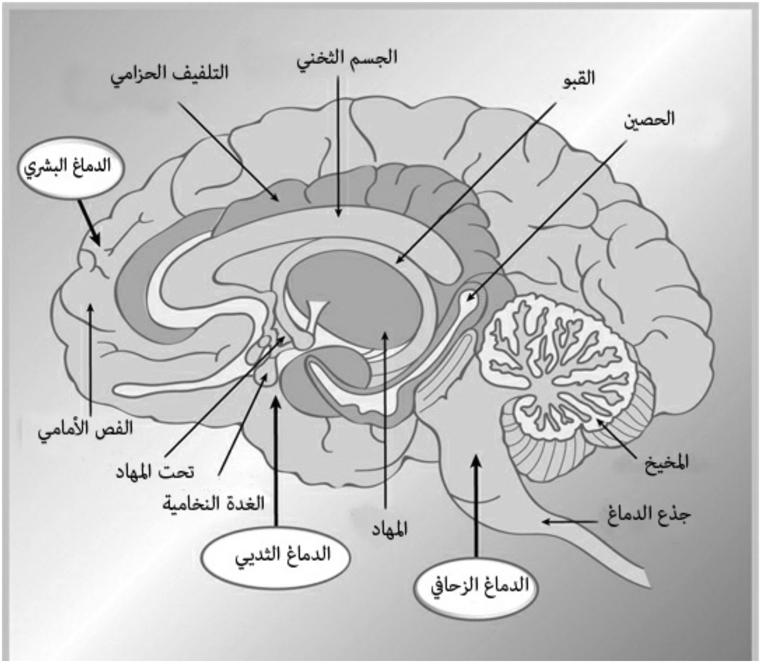
لكن مع تطورنا من زواحف إلى ثدييات، أصبح الدماغ أكثر تعقيدا أيضا، متقدما للخارج ومنتجا بنى جديدة تماما. وهنا نصادف «الدماغ الثديي» أو الجهاز الحوفي (النطاقي)، الذي يقع قرب مركز الدماغ، محيطا بأجزاء من الدماغ الزواحفي. ينتشر الجهاز الحوفي في حيوانات تعيش ضمن جماعات اجتماعية كالقرود. ويحتوي أيضا على بنى تتعلق بالعواطف. وبما أن ديناميكية المجموعات الاجتماعية يمكن أن تكون معقدة جدا، فإن الجهاز الحوفي ضروري لتمييز الأعداء والحلفاء والمنافسين المحتملين.

الأجزاء المختلفة من الجهاز الحوفي التي تتحكم في سلوكيات ضرورية للحيوانات الاجتماعية هي:

- الحصين Hippocampus ، وهي بوابة للذاكرة، حيث تعالج الذكريات ذات المدى القصير إلى ذكريات على المدى الطويل. وفي اسمها، «حصين»، وصف لشكلها الغريب. العطب هنا يحطم القدرة على تكوين ذكريات على المدى الطويل، بحيث يترك المرء سجينا للحاضر فقط.

- اللوزة amygdala، وهي مركز العواطف، وخصوصا الخوف، حيث تسجل العواطف وتولد. واسمها يعني «اللوزة».

- المهاد thalamus، تشبه هذه محطة البث، حيث تجمع الإشارات المحسوسة من جذع الدماغ، ثم ترسل إلى القشرات الدماغية المختلفة. ويعني اسمها «الغرفة الداخلية».



الشكل (3): التاريخ التطوري للدماغ، مع الدماغ الزواحفي، والجهاز الحوفي (الدماغ الثديي)، والقشرة الجديدة للدماغ (الدماغ البشري). بصورة عامة، يمكن للمرء أن يناقش أن مسار تطور دماغنا مر من الدماغ الزواحفي إلى الدماغ الثديي إلى الدماغ البشري

- الوطاء hypothalamus، أو ما تحت المهاد، وهو ينظم درجة حرارة الجسم، وإيقاع ساعتنا البيولوجية، والجوع، والعطش، وجوانب الإنجاب والمتعة. ويقع تحت المهاد – ومن هنا جاء الاسم.

أخيرا لدينا المنطقة الثالثة والأحدث من دماغ الثدييات، القشرة الدماغية، وهي الطبقة الخارجية من الدماغ. البنية التطورية الأخيرة ضمن قشرة الدماغ هي القشرة الجديدة (وتعني «اللحاء الجديد»)، والتي تتحكم في السلوك الإدراكي الأعلى. إنها متطورة جدا في البشر: فهي تشكل 80 في المائة من كتلة دماغنا، على رغم أنها بثخن منديل فقط. في الفئران فإن اللحاء الجديد ناعم، لكنه معقد جدا في البشر، مما يسمح بوجود مساحة سطحية واسعة محشورة ضمن جمجمة البشر.

بمعنى ما، يشبه الدماغ البشري متحفا يحتوي على بقايا المراحل التطورية السابقة جميعها التي مر بها الإنسان خلال ملايين السنين، حيث تمدد نحو الخارج والأمام في الشكل والوظيفة (وهذا هو تقريبا الطريق الذي يسلكه الرضيع عند الولادة. حيث يتمدد دماغه نحو الخارج والأمام، مقلدا ربما مراحل تطورنا).

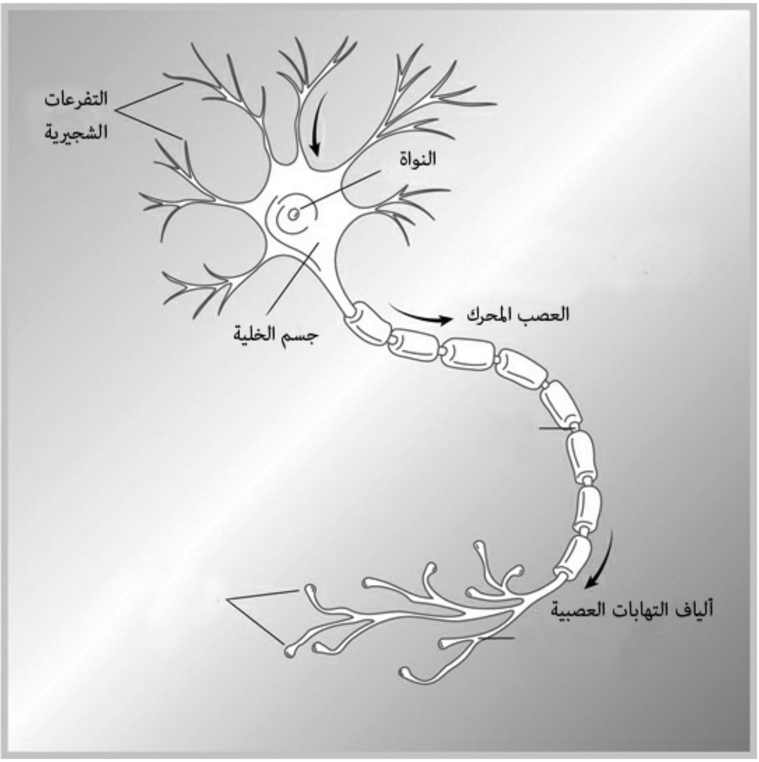
وعلى رغم أن اللحاء الجديد يبدو متواضعا، فإن المظهر خادع. يمكنك تحت مجهر تقدير البنية المعقدة للدماغ. تتألف المادة الرمادية من الدماغ من مليارات الخلايا الدماغية الصغيرة التي تدعى العصبونات. وكشبكة هواتف عملاقة، فإنها تتلقى رسائل من عصبونات أخرى عبر التفرعات الشجيرية، والتي تشبه نتوءات تبرز من أحد طرفي العصبون. على الطرف الآخر من العصبون، هناك نسيج طويل يدعى المحور العصبي. في النهاية يتصل المحور العصبي مع نحو عشرة آلاف عصبون آخر عبر التفرعات الشجيرية. وعند نقطة الاتصال بين الاثنين، هناك فجوة صغيرة جدا تدعى المشبك. تعمل هذه المشبكات كبوابات، تتحكم في تدفق المعلومات ضمن الدماغ. يمكن لمواد كيميائية خاصة تدعى ناقلات عصبونية أن تدخل إلى المشبك وتغير في تدفق الإشارات. ولأن الناقلات العصبونية مثل الدوبامين والسيروتونين والنورأدرينالين تساعد على التحكم في تيار المعلومات المتحرك عبر شبكات الدماغ المعقدة، فإنها تؤثر بقوة في أمزجة الدماغ، وأفكاره، وحالته (انظر الشكل 4).

يمثل هذا الوصف للدماغ تقريبا كان وضع المعرفة خلال الثمانينيات والتسعينيات، ولكن مع إدخال تقنيات جديدة من حقل الفيزياء، بدأ اكتشاف آليات التفكير بتفصيل أدق، مطلقا الانفجار الحالي في الاكتشاف العلمي. كانت آلة الرنين المغناطيسي MRI أحد محركات هذه الثورة.

الرنين المغناطيسي MRI: نافذة على الدماغ

لفهم سبب مساعدة هذه التقنية الثورية الجديدة في فك شفرة العقل المفكر، علينا أن نوجه انتباهنا إلى بعض المبادئ الرئيسة في الفيزياء.

يمكن لموجات الراديو، وهي نوع من الإشعاع الكهرطيسي، أن تمر خلال النسج من دون أن تحدث أي ضرر. تستغل آلات الـ MRI هذه الحقيقة، بحيث تسمح للموجات الكهرطيسية بأن تتغلغل بحرية داخل الدماغ. في هذه العملية، تعطينا



الشكل (4): مخطط لعصبون. تسافر الإشارات الكهربائية على طول المحور للعصبون حتى تلتقي بالمشبك. يمكن للناقلات العصبونية أن تتحكم في تدفق الإشارات الكهربائية عبر المشبك

هذه التقنية صورا رائعة لشيء اعتقد المرء فيما مضى أن من المستحيل التقاطه: العمليات الداخلية للدماغ وهو يختبر الأحاسيس والعواطف. وبمراقبة رقص الأضواء التي تلمع في آلة الرنين المغناطيسي MRI، يمكن للمرء أن يتقفى الأفكار وهي تتحرك ضمن الدماغ. إن هذا يشبه القدرة على رؤية محتوى الساعة وهي تتحرك.

أول ما تلاحظه في جهاز الـ MRI هو الملفات الأسطوانية المغناطيسية الضخمة التي يمكنها إنتاج حقل مغناطيسي أقوى بعشرين إلى ستين ألف مرة من قوة الحقل المغناطيسي الأرضي. هذا المغناطيس الضخم هو أحد الأسباب الرئيسة التي تجعل آلة الـ MRI بوزن 1 طن، وتملأ غرفة كاملة، وتكلف عدة ملايين من الدولارات (آلات

MRI أكثر أمنا من آلات أشعة إكس لأنها لا تولد شوارد ضارة. مسوحات الأشعة المقطعية CT، والتي تنتج أيضا صورا ثلاثية الأبعاد، تغمر الجسم بعدة أمثال الجرعة من آلة أشعة إكس عادية، وبالتالي يجب التحكم فيها بدقة. في المقابل فإن آلات MRI آمنة عندما تستخدم بشكل صحيح. لكن إحدى المشاكل مع ذلك هي إهمال العاملين عليها. فالحقل المغناطيسي قوي بما يكفي لجعل الأدوات تطير في الهواء بسرعة عالية عندما تشغل في الوقت غير الصحيح. وقد جرح أناس عديدون، وحتى قتلوا بهذه الطريقة).

تعمل آلات التصوير بالرنين المغناطيسي MRI على الشكل التالي: يستلقي المرضى ويدخلون ضمن أسطوانة تحتوي على ملفين كبيرين يولدان حقلا مغناطيسيا. عندما يشغل الحقل المغناطيسي، تتصرف نوى الذرات ضمن جسمك كالإبر المغناطيسية: تصطف أفقيا على طول مسار الحقل. ثم تولد نبضة صغيرة من الطاقة الراديوية، والتي تجعل بعض النوى في جسمنا تنقلب رأسا على عقب. وعندما تعود هذه النوى بعد ذلك إلى وضعها الطبيعي، تصدر نبضة ثانوية من الطاقة الراديوية التي تحلل بآلة الـ MRI. وبتحليل هذا «الرنين» الضئيل، يمكن للمرء أن يعيد تركيب موقع هذه الذرات وطبيعتها. وكالخفاش الذي يستخدم الصدى لتحديد موقع الأجسام في طريقه، فإن الرنين المتولد بآلة MRI يسمح للعلماء بأن يعيدوا تشكيل صورة رائعة لداخل الدماغ. تعيد الحواسب تشكيل موقع الذرات، معطية إيانا أشكالا جميلة بالأبعاد الثلاثة.

عندما أدخلت الـ MRI لأول مرة، كان بإمكانها إظهار البنية الثابتة للدماغ ومناطقه المختلفة. لكن في منتصف التسعينيات، اخترع نمط جديد من آلات MRI، دعيت أجهزة تصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي أو fMRI والتي استشعرت وجود الأكسجين في الدم في الدماغ (للأنواع المختلفة من آلات MRI يضع العلماء أحيانا حرفا صغيرا أمام كلمة MRI، لكننا سنستخدم المصطلح MRI للإشارة إلى آلات MRI المختلفة جميعها). لا يمكن لمسوحات MRI أن تكتشف مباشرة تدفق الكهرباء في العصبونات، لكن بما أن الأكسجين ضروري لتزويد الطاقة للأعصاب، يمكن للدم الحاوي على الأكسجين أن يتقفى بصورة غير مباشرة تدفق الطاقة الكهربائية في الأعصاب، ويظهر كيف تتفاعل المناطق المختلفة من الدماغ بعضها مع بعض.

دحضت مسوحات الـ MRI مسبقا بشكل أكيد فكرة أن التفكير محصور بمركز

واحد في الدماغ. بدلا من ذلك، يستطيع المرء أن يرى الطاقة الكهربائية وهي تدور عبر المناطق المختلفة من الدماغ أثناء التفكير. وبتقفي الطريق الذي تسلكه أفكارنا، أوضحت مسوحات الـ MRI طبيعة أمراض ألزهايمر والباركنسون وانفصام الشخصية ومجموعة من الأمراض العقلية الأخرى.

الميزة الكبرى لآلات MRI هي قدرتها الفائقة على تحديد أجزاء صغيرة جدا من الدماغ، حتى حجم 1 ملم. لا ينتج مسح الـ MRI نقاطا على شاشة ببعدين فقط تدعى بيكسل pixels، لكنه ينتج أيضا نقاطا بثلاثة أبعاد تدعى فوكسيل voxels مما يعطي مجموعة مضيئة من عشرات آلاف النقاط الملونة في الأبعاد الثلاثة على شكل دماغ.

وبما أن العناصر الكيميائية المختلفة تستجيب لترددات مختلفة من الراديو، يمكنك تغيير تردد نبضة الراديو، وبالتالي تحديد العناصر المختلفة من الجسم. وكما ذكر سابقا، تركز آلات fMRI على ذرة الأكسجين الموجودة ضمن الدم من أجل قياس تدفقه، لكن يمكن ضبط آلات MRI بحيث تحدد ذرات أخرى أيضا. في العقد الماضي فقط أدخل نوع جديد من آلات MRI دعي بـ «تصوير الانتشار الموتِّر» والتي تتحسس تدفق الماء في الدماغ. وبما أن الماء يتبع مسارات الأعصاب في الدماغ، فإن هذه الآلات تعطي صورا جميلة تشبه شبكة من أشجار الكرمة التي تنمو في حديقة. يمكن للعلماء الآن أن يحددوا فورا كيف ترتبط مناطق محددة من الدماغ مع مناطق أخرى.

ومع ذلك هناك مشكلتان بالنسبة إلى تقنية MRI. على الرغم من أنها لا تقارن في مجال الاستبانة المكانية Spatial Resolution، بحيث يمكنها أن تحدد الفوكسلات حتى حجم رأس دبوس بالأبعاد الثلاثة، فإن الـ MRI ليست جيدة في الاستبانة الزمانية Temporal Resolution. يستغرق الأمر ثانية كاملة تقريبا لاتباع مسار الدم في الدماغ، والذي ربما لا يبدو زمنا طويلا، لكن تذكّر أن الاشارات الكهربائية تنتقل بشكل فوري تقريبا خلال الدماغ، وبالتالي يمكن لمسوحات MRI أن تخطئ بعض التفاصيل الدقيقة لأنماط التفكير.

المشكلة الأخرى هي الكلفة، والتي تبلغ ملايين الدولارات، لذا على الأطباء غالبا أن يتشاركوا في هذه الآلات. لكن مثل معظم التقنيات الأخرى، لا بد من أن تخفض التطويرات الكلفة مع الزمن.

في هذه الأثناء، لم توقف الكلف الباهظة البحث عن تطبيقات تجارية. إحدى الأفكار هي استخدام مسوحات MRI ككاشف للكذب، والتي يمكنها بحسب بعض الدراسات أن تكتشف الكذب بدقة تصل إلى 95 في المائة او أعلى من ذلك. ما زال مستوى الدقة مثار جدل، لكن الفكرة الأساس هي أنه عندما يتفوه شخص بكذبة، عليه في الوقت نفسه أن يعرف الحقيقة، ويخترع الكذبة، ويحلل بسرعة اتساق هذه الكذبة مع الحقائق المعروفة مسبقا. اليوم تدعي بعض الشركات أن تقنية الـ MRI تظهر أن الفصين الجبهوي والجداري يلمعان عندما يتفوه شخص ما بكذبة. وبشكل محدد أكثر فإن «القشرة الجبهية الحجاجية (OFC)» (والتي يمكن أن تخدم، من بين وظائف عدة، كـ «مدقق بيانات» للدماغ لتحذرنا عندما يحصل خطأ) تصبح نشطة. هذه المنطقة تقع خلف مدارات عيوننا مباشرة. تقول النظرية إن القشرة الجبهية الحجاجية تفهم الاختلاف بين الحقيقة والكذب، وتعمل بجهد أعلى نتيجة لذلك (تلمع مناطق أخرى من الدماغ أيضا عندما يتفوه شخص ما بكذبة، مثل القشرتين الوسطى العلوية والسفلية الوحشية أمام الجبهية، اللتين تتعلقان بعملية الإدراك).

هناك بالفعل عدة شركات تجارية تقدم آلات MRI ككواشف للكذب، والحالات التي تشمل هذه الآلات تدخل المحاكم. لكن من المهم ملاحظة أن مسوحات MRI هذه تشير إلى زيادة نشاط الدماغ في مناطق محددة فقط. وبينما يمكن أن تصل دقة نتائج الـ «DNA» إلى 1 جزء بالعشرة مليارات أو أكثر، لا يمكن أن تصل مسوحات MRI إلى هذه الدقة، لأن اختراع كذبة يتطلب مناطق عدة من الدماغ، وهذه المناطق نفسها من الدماغ مسؤولة عن معالجة أنواع أخرى من التفكير أيضا.

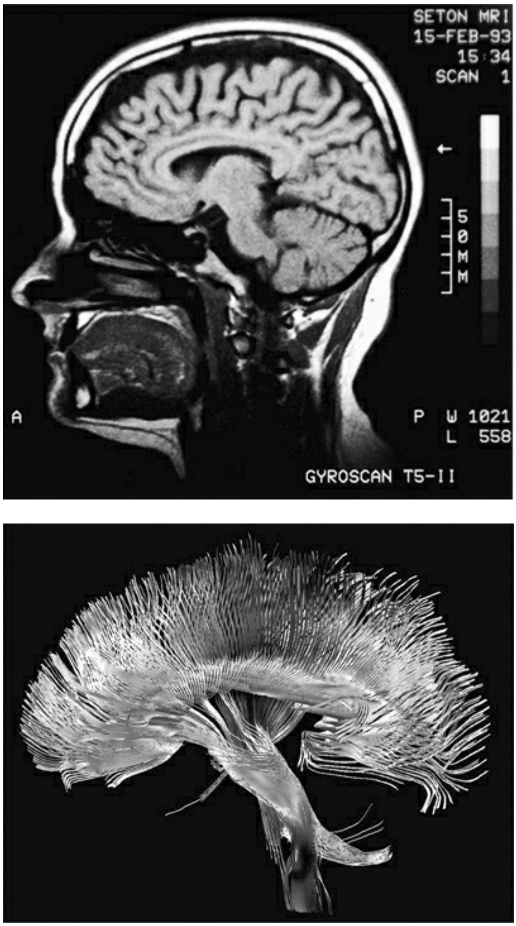
مسوحات EEG (المسح الكهربائي)

أداة مفيدة أخرى للسبر في أعماق الدماغ هي الـ EEG أو المسح الكهربائي للدماغ. أدخل الـ EEG منذ العام 1924، لكن حديثا فقط أصبح من الممكن استخدام الحاسبات لتفسير البيانات التي تتدفق من كل قطب كهربائي.

لاستخدام آلة EEG، يرتدي المريض عادة خوذة لها شكل مستقبلي فوق رأسه تحتوي على مجموعة من الأقطاب الكهربائية على سطحها (الأجهزة الأحدث منها

تستخدم شبكة شعر تحتوي على سلسلة من الأقطاب الصغيرة جدا) تتحسس هذه الأقطاب الإشارات الكهربائية الضئيلة التي تدور في الدماغ.

يختلف مسح EEG عن مسح بواسطة MRI، بطرق مهمة عدة. مسح الـ MRI كما رأينا، يطلق نبضات راديوية إلى الدماغ ثم يحلل «الصدى» المرتد. وهذا يعني



الشكل (5): في الأعلى نرى صورة أخذت بواسطة آلة MRI وظيفية، تظهر مناطق ذات نشاط عقلي مرتفع. في الصورة السفلية نرى النموذج الذي يشبه الوردة المصنوع من قبل آلة MRI نفوذية موتِرة، والتي يمكن أن تتقفى الممرات والوصلات العصبية للدماغ.

أن باستطاعتك تغيير نبضة الراديو لاختيار ذرات مختلفة للتحليل، مما يجعله خصبا جدا. لكن آلة EEG محايدة تماما، أي أنها تحلل الإشارات الكهرطيسية الضئيلة التي يصدرها الدماغ عادة. يتفوق الـ EEG في تسجيل الإشارات الكهرطيسية العريضة التي تمر عبر الدماغ بأكمله، مما يسمح للعلماء بأن يقيسوا النشاط الكلي للدماغ وهو ينام ويركز ويسترخي ويحلم... إلخ. تهتز حالات مختلفة من الوعي بترددات مختلفة. على سبيل المثال، يتعلق النوم العميق بموجات دلتا التي تهتز عند 0.1 إلى 4 دورات بالثانية. الحالات العقلية النشطة، مثل حل المسائل، تتعلق بموجات بيتا، والتي تهتز من 12 إلى 30 دورة بالثانية. تسمح هذه الاهتزازات لأنحاء مختلفة من الدماغ بأن تشارك بمعلومات وأن يتواصل بعضها مع بعض حتى لو كانت على أطراف متقابلة من الدماغ. وبينما لا يمكن أخذ مسوحات MRI التي تقيس تدفق الدم سوى عدة مرات فقط في الثانية، فإن مسوحات EEG تقيس النشاط الكهربائي مباشرة.

لكن الميزة الأكبر لمسوحات EEG هي سهولتها وكلفتها. حتى طلاب المدارس الثانوية أجروا تجارب في غرف معيشتهم على مجسات EEG موضوعة فوق رؤوسهم.

مع ذلك، فإن المشكلة الرئيسة بالنسبة إلى جهاز الـ EEG والتي أعاقت تطويره عقودا هي سوء دقة الاستبانة المكانية. فالـ EEG يلتقط إشارات كهربائية انتشرت مسبقا بعد مرورها خلال الدماغ، مما يجعل من الصعب اكتشاف نشاط غير عادي عند نشوئه في أعماق الدماغ. وبالنظر إلى محصلة إشارات EEG المختلطة، فمن المستحيل تقريبا تحديد الجزء الذي أنتجها في الدماغ. إضافة إلى ذلك، فالحركات الخفيفة، مثل تحريك أصبع، يمكنها أن تشوه الإشارة، وتجعلها أحيانا بلا فائدة.

مسوحات PET

مع ذلك هناك أداة مفيدة أخرى من عالم الفيزياء هي آلة التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني أو مسح PET، الذي يحسب تدفق الطاقة في الدماغ بتحديد وجود الغلوكوز، وهو جزيء السكر الذي يزود الخلايا بالوقود. ومثل غرفة السحاب التي صنعتها وأنا طالب في المدرسة الثانوية، تستخدم مسوحات PET الجسيمات تحت الذرية التي يصدرها الصوديوم - 22 ضمن الغلوكوز. وللبدء في مسح PET،

يحقن محلول خاص يحوي سكرا مشعا قليلا في المريض. تستبدل ذرة الصوديوم داخل جزيئات السكر بالصوديوم - 22 المشع. وفي كل مرة تتخافت فيها ذرة الصوديوم، فإنها تصدر إلكترونا موجبا أو بوزيترونا يمكن اكتشافه بسهولة بواسطة مجسات. وباتباع طريق ذرات الصوديوم المشعة في السكر يمكن للمرء أن يتقفى تدفق الطاقة ضمن الدماغ الحي.

يتشارك مسح الـ PET بالميزات نفسها لمسوحات الـ MRI، غير أنه لا يمتلك دقة الاستبانة المكانية نفسها لصورة الـ MRI. لكن بدلا من قياس تدفق الدم، والذي يعتبر مؤشرا غير مباشر فقط على استهلاك الطاقة في الجسم، تقيس مسوحات PET استهلاك الطاقة، لذا فهي أقرب ارتباطا بالنشاط العصبي.

هناك مشكلة أخرى بالنسبة إلى مسوحات PET. على النقيض من مسوحات MRI وEEG، فإن مسوحات PET مشعة قليلا، لذا لا يمكن للمرضى أن يتعرضوا لها باستمرار. بصورة عامة، لا يسمح للشخص بمسح PET أكثر من مرة واحدة في العام بسبب خطر الإشعاع.

المغناطيسية في الدماغ

خلال العقد الماضي، دخلت العديد من الآلات الجديدة ذات التقنية العالية إلى مجموعة أدوات علماء الأعصاب، بما فيها الماسح الكهرطيسي عبر الجمجمة TES، ومسح الدماغ المغناطيسي MEG، ومطيافية الأشعة تحت الحمراء القريبة NIRS والجينات الضوئية، من بين تقنيات أخرى.

بصورة خاصة، استخدمت المغناطيسية بصورة منهجية لإغلاق مناطق معينة من الدماغ من دون فتحه جراحيا. الفيزياء الأساسية وراء هذه الأدوات الجديدة هي أن حقلا كهربائيا يتغير بسرعة يمكنه أن يولد حقلا مغناطيسيا، والعكس صحيح. تقيس الـ MEG بحياد الحقول المغناطيسية الناتجة عن حقول كهربائية متغيرة للدماغ. هذه الحقول المغناطيسية ضعيفة وصغيرة جدا، وهي بحدود واحد على مليار من الحقل المغناطيسي الأرضي. ومثل الـ EEG ، فإن الـ MEG، جيدة جدا فيما يتعلق بالاستبانة الزمانية، حيث تصل إلى واحد على ألف من الثانية. لكن استبانتها المكانية بحدود سنتمتر مكعب واحد فقط.

وعلى النقيض من القياس المحايد للـ MEG، تولد الـ TES نبضة كهربائية ضخمة، والتي بدورها تصنع دفقة في الطاقة المغناطيسية. توضع الـ TES بجوار الدماغ، بحيث تخترق النبضة المغناطيسية الجمجمة، وتخلق نبضة كهربائية أخرى إضافية داخل الدماغ. هذه النبضة الكهربائية الثانوية بدورها كافية لإغلاق نشاط مناطق مختارة من الدماغ أو إخمادها.

تاريخيا، كان على العلماء أن يعتمدوا على نوبات أو أورام لإخماد أنحاء معينة من الدماغ وبالتالي تحديد ما تفعله. لكن بوجود الـ TES، يمكن للمرء أن يخمد مناطق من الدماغ من دون إحداث ضرر كما يشاء. وبإطلاق طاقة مغناطيسية على بقعة معينة من الدماغ، يمكن للمرء أن يجدد وظيفتها ببساطة بمراقبة كيفية تغير تصرف الشخص (على سبيل المثال، بإطلاق نبضات مغناطيسية على الفص الصدغي الأيسر، يمكن للمرء أن يرى أن ذلك يؤثر في قدرة الشخص على الكلام).

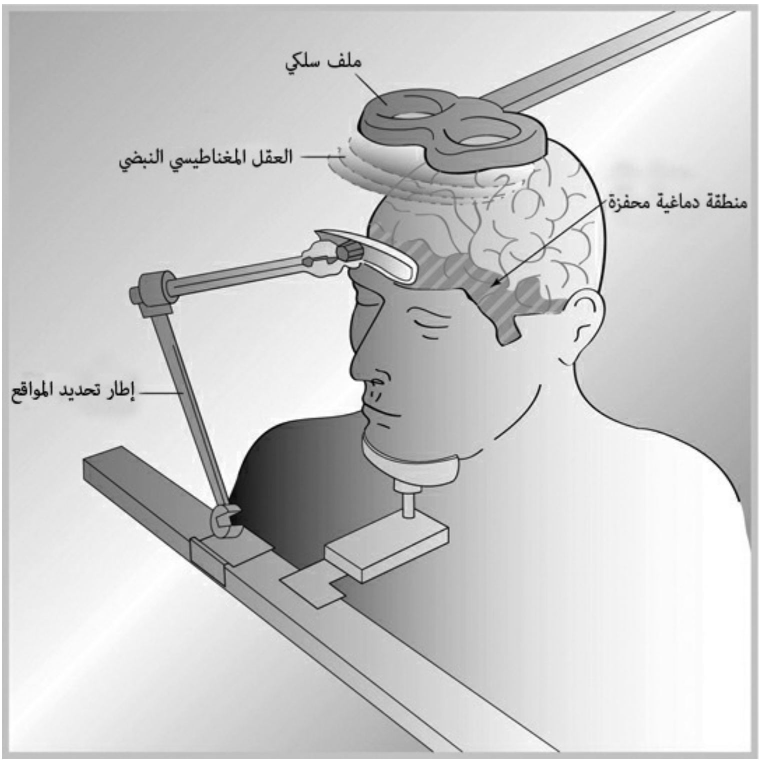
إحدى سيئات الـ TES المحتملة هي أن الحقول المغناطيسية لا تخترق بعيدا داخل الدماغ (لأن الحقول المغناطيسية تتناقص بسرعة أكبر من مقلوب مربع السرعة المستخدم عادة للكهرباء). تفيد تقنية الـ TES في إخماد أجزاء الدماغ القريبة من الجمجمة، لكن الحقل المغناطيسي لا يستطيع الوصول إلى مراكز مهمة موجودة في أعماق الدماغ، مثل الجهاز الحوفي. لكن الأجيال المستقبلية من آلات الـ TES قد تتغلب على هذه المشكلة التقنية بزيادة شدة الحقل المغناطيسي ودقته.

التحفيز العميق للدماغ

الأداة الأخرى التي ثبت أنها ضرورية لعلماء الأعصاب هي جهاز التحفيز العميق للدماغ DBS. كانت الأقطاب التي استخدمت لأول مرة من قبل الدكتور بينفيلد بدائية نسبيا. الآن يمكن أن تكون هذه الأقطاب مثل الشعر، وأن تصل إلى مناطق محددة في أعماق الدماغ. لا تسمح تقنية الــ DBS للعلماء بأن يحددوا موقع وظائف أنحاء مختلفة من الدماغ فقط، ولكن يمكن استخدامها أيضا لمعالجة الاضطرابات العقلية. برهنت الــ DBS مسبقا على قيمتها بالنسبة إلى مرض باركنسون، حيث تكون مناطق محددة من الدماغ فائقة الحساسية، وتخلق غالبا اهتزازا لليدين لا يمكن التحكم فيه.

منذ وقت أقرب، استهدفت هذه الأقطاب منطقة جديدة من الدماغ (دعيت منطقة برودمان رقم 25) والتي هي غالبا مفرطة في النشاط عند مرضى الاكتئاب الذين لا يستجيبون للعلاج النفسي أو الأدوية. لقد أعطى التحفيز العميق للدماغ راحة هائلة بعد عقود من العذاب والألم لأولئك المرضى الذين عانوا هذا المرض لفترة طويلة.

في كل عام، تكتشف استخدامات جديدة للتحفيز العميق للدماغ. في الحقيقة، يعاد اختبار الاضطرابات العقلية الكبيرة كلها تقريبا على ضوء هذه التقنية وتقنيات



الشكل (6): يمكننا رؤية ماسح الدماغ الكهرطيسي الذي يستخدم المغناطيسية بدلا من الأمواج الراديوية للتغلغل داخل الجمجمة، وتحديد طبيعة الأفكار ضمن الدماغ. يمكن للمغناطيسية أن تسكت مؤقتا أجزاء من الدماغ، مما يسمح للعلماء بأن يحددوا بأمان كيف تتصرف هذه المناطق من دون الاعتماد على ضحايا النوبات الدماغية.

أخرى جديدة لمسح الدماغ. يعد هذا بحقل مثير جديد في تشخيص الأمراض وعلاجها.

الجينات الضوئية - إضاءة الدماغ

لكن ربما كانت أحدث آلة في أدوات عمل عالم الأعصاب وأكثرها إثارة هي الجينات الضوئية Optigenetics، والتي اعتبرت مرة من الخيال العلمي. ومثل العصا السحرية، تسمح لك هذه التقنية بتنشيط ممرات معينة تتحكم في السلوك بتسليط شعاع ضوئي على الدماغ.

وبصورة لا تصدق، يمكن حشر جين حساس للضوء وبدقة جراحية مباشرة إلى عصبون مما يجعله قادرا على الإطلاق. ثم بتسليط شعاع ضوئي ينشَط العصبون. الأكثر أهمية أن هذا يسمح للعلماء بأن يحرضوا هذه الممرات، بحيث يمكنك أن تشغل تصرفات معينة وتوقفها بإدارة مفتاح.

وعلى الرغم من أن عمر هذه التقنية عقد واحد فقط، فإن الجينات الضوئية برهنت مسبقا على نجاحها في التحكم ببعض تصرفات الحيوان. وبإدارة مفتاح ضوئي، من الممكن جعل ذباب الفاكهة يطير فجأة، والديدان تتوقف عن التلوي، والفئران تجري بجنون في دوائر. تبدأ الآن التجارب على القرود، وحتى التجارب على البشر هي موضع نقاش. وهناك أمل كبير في أن يكون لهذه التقنية تطبيق مباشر في معالجة اضطرابات مثل الباركنسون والاكتئاب.

الدماغ الشفاف (5)

مثل الجينات الضوئية، هناك تطور جديد مذهل يجعل الدماغ شفافا تماما بحيث تعرض ممرات الأعصاب فيه للعين المجردة. في العام 2013 أعلن علماء في جامعة ستانفورد أنهم جعلوا دماغ فأر شفافا بكامله، وأجزاء من دماغ الإنسان أيضا. كان الإعلان مذهلا جدا بحيث إنه احتل صفحة غلاف النيويورك تايمز بعنوان «دماغ شفاف مثل الجيلي كي يفحصه العلماء».

على المستوى الخليوي، فالخلايا التي ترى منفردة شفافة، بحيث تكون معظم عناصرها الميكروية مكشوفة بالكامل. لكن ما إن تتجمع مليارات الخلايا بعضها مع بعض لتشكل أعضاء كالدماغ، فإن إضافة الشحوم (دهون وزيوت وشموع

ومواد كيميائية غير منحلة في الماء) تساعد على جعل العضو معتما. المفتاح لهذه التقنية الجديدة هي إزاحة الشحوم، بينما يحافَظ على العصبونات كما هي. أجرى العلماء في ستانفورد ذلك بوضع الدماغ في هلام مائي (هايدروجل) (مادة شبيهة بالهلام مصنوعة من الماء بشكل رئيس)، والتي ترتبط بجزيئات الدماغ جميعها عدا الشحوم. وبوضع الدماغ في محلول صابوني ضمن حقل كهربائي، يمكن غسل المحلول من الدماغ، حاملا معه الشحوم، وتاركا الدماغ شفافا تماما. يمكن بإضافة الأصبغة بعد ذلك جعل الممرات العصبية مرئية. سيساعد هذا في تمييز العديد من الممرات العصبية في الدماغ ومسحها.

إن جعل النسج شفافة ليس أمرا جديدا، لكن الحصول بدقة على الظروف الصحيحة اللازمة لجعل الدماغ بكامله شفافا يحتاج إلى الإبداع. «حرقت أكثر من مائة دماغ وأذبتها» اعترف الدكتور كوانغهن تشانغ، أحد العلماء الرواد في هذه الدراسة. هذه التقنية الجديدة، التي دعيت كلاريتي (الوضوح Clarity)، يمكن تطبيقها أيضا على أعضاء أخرى (وحتى على أعضاء حفظت منذ سنوات في مواد كيميائية كالفورمالين). لقد صنَع مسبقا أكبادا ورئات وقلوبا شفافة. ولهذه التقنية الجديدة تطبيقات مدهشة في مجال الطب كله. خصوصا أنها ستسرع تحديد الممرات العصبية في الدماغ، والتي هي مركز بحوث معمقة وتمويل كثيف.

قوى رئيسة أربع

لم يكن نجاح الجيل الأول هذا من مسوحات الدماغ أقل من رائع. قبل إدخالها، لم تكن سوى نحو 30 منطقة فقط من الدماغ معروفة بأي قدر. الآن يمكن لآلة MRI وحدها أن تميِّز مائتين أو ثلاثمائة منطقة من الدماغ، فاتحة جبهات جديدة تماما في علم الدماغ. وبإدخال هذا العدد الكبير من تقنيات المسح بفضل الفيزياء خلال الخمس عشرة سنة الماضية، يتساءل المرء: هل هناك أكثر؟ الجواب نعم، لكنها ستكون نماذج معدلة ومطورة عن القديمة، وليست تقنيات جديدة جذريا. يعود هذا إلى وجود أربع قوى رئيسة فقط تحكم الكون – الجاذبية والكهرطيسية والقوة النووية الضعيفة والقوة النووية القوية. (حاول الفيزيائيون اكتشاف دليل على قوة خامسة، لكن حتى الآن، باءت كل المحاولات بالفشل).

القوة الكهرطيسية، التي تنير مدننا وتمثل طاقة الكهرباء والمغناطيسية، هي مصدر تقنيات المسح كلها تقريبا (عدا المسح بالـ PET، الذي تحكمه القوة النووية الضعيفة). ولأن للفيزيائيين أكثر من 150 سنة من الخبرة في العمل بالقوة الكهرطيسية، فلا عجب في إنشاء حقول كهربائية ومغناطيسية جديدة، لذا من المحتمل جدا أن أي تقنية مسح دماغ جديدة ستكون تعديلا على التقنيات الموجودة، بدلا من أن تكون شيئا جديدا تماما. وكما بالنسبة إلى معظم التقنيات، ستنخفض كلفة هذه الآلات وحجمها، مما يزيد من انتشار استخدام هذه التقنيات المتطورة على نطاق واسع. أجرى الفيزيائيون مسبقا الحسابات الأساسية اللازمة لجعل آلة MRI تدخل ضمن هاتف خليوي. في الوقت نفسه، فإن التحدي الرئيس الذي يواجه مسوحات الدماغ هذه هو دقة الاستبانة Resolution، مكانيا وزمانيا. سترتفع الاستبانة المكانية لمسوحات MRI كلما أصبح الحقل المغناطيسي أكثر انسجاما، والإلكترونيات أكثر حساسية. في الوقت الحالي، تستطيع مسوحات الــ MRI أن ترى نقاطا أو فوكسلات فقط ضمن جزء من الميلليمتر. لكن كل نقطة منها قد تحتوي على مئات أو آلاف العصبونات. من المتوقع أن تنقص تقنية مسح جديدة هذا أكثر. الهدف الرئيس لهذا المنحى سيكون صنع آلة شبيهة بالــ MRI يمكنها تحديد عصبونات مفردة وروابطها.

دقة الاستبانة الزمنية لآلات الــ MRI محدودة جدا، لأنها تحلل تدفق الدم الحامل للأكسجين في الدماغ. الآلة نفسها توفر استبانة زمنية جيدة، لكن تقفي تدفق الدم يبطئها. في المستقبل، ستتمكن آلات MRI أخرى من تحديد مواد مختلفة مرتبطة بصورة مباشرة أكثر بإطلاق العصبونات، وبالتالي ستسمح بالتحليل في الوقت الحقيقي للعمليات العقلية. مهما كانت نجاحات السنوات الخمس عشرة السابقة رائعة، فإنها ليست سوى مقدمة لما سيأتي في المستقبل.

نماذج جديدة من الدماغ

تاريخيا، مع كل اكتشاف علمي جديد ظهر نموذج جديد للدماغ. أحد أقدم نماذج الدماغ كان القزم homunculus، وهو شخص قزم عاش ضمن الدماغ واتخذ القرارات جميعها. لم تكن هذه الصورة مفيدة، لأنها لم تفسر ما كان يجري في دماغ القزم نفسه. ربما كان هناك قزم يختبئ داخل القزم.

مع قدوم الأجهزة الميكانيكية البسيطة، اقترح نموذج آخر للدماغ: نموذج آلة، كالساعة مثلا، بعجلات ومسننات ميكانيكية. كان هذا التشبيه مفيدا للعلماء والمخترعين مثل ليوناردو دافنشي الذي صمم فعلا رجلا ميكانيكيا.

خلال أواخر القرن التاسع عشر، عندما كانت الطاقة البخارية تنشئ إمبراطوريات جديدة، ظهر تشبيه آخر، وهو المحرك البخاري، حيث تتنافس تدفقات الطاقة بعضها مع بعض. أثر هذا النموذج الهيدروليكي، كما رأى المؤرخون، في تصور سيغموند فرويد للدماغ، حيث رأى أن هناك صراعا مستمرا بين ثلاث قوى: الأنا ego (تمثل الذات والتفكير العقلاني)، والهو ID (التي تمثل الرغبات المكبوتة)، والأنا العليا Superego (التي تمثل وعينا). في هذا النموذج، لو تراكم ضغط كبير جدا بسبب النزاع بين الثلاث، فربما يحصل تراجع أو انهيار للنظام بكامله. كان هذا النموذج عبقريا، لكن كما اعترف حتى فرويد نفسه، تطلب هذا دراسات مفصلة للدماغ على المستوى العصبي ستستغرق قرنا آخر.

في أوائل القرن الماضي، مع صعود الهاتف، برز على السطح تشبيه آخر – وهو بدال هاتف ضخم. كأن الدماغ شبكة من الخطوط الهاتفية الموصولة مع شبكة واسعة. كان الوعي بمنزلة صف طويل من عاملات الهاتف يجلسن أمام لوحة ضخمة من المفاتيح، ويقمن باستمرار بوصل الخطوط وقطعها. لسوء الحظ لم يذكر هذا النموذج شيئا عن كيفية اتصال هذه الرسائل بعضها مع بعض لتشكيل الدماغ.

ومع صعود الترانزستور، أصبح نموذج آخر شائعا: الحاسوب. استبدلت محطات التحويل القديمة بالشرائح الميكروية التي تحوي مئات الملايين من الترانزستورات. ربما كان «العقل» مجرد برنامج يعمل على «المادة الرطبة» (أي نسج الدماغ بدلا من الترانزستورات). استمر هذا النموذج فترة طويلة، حتى اليوم، لكن له حدوده. لا يمكن لنموذج الترانزستور أن يفسر كيف يجري الدماغ حسابات تتطلب حاسوبا بحجم مدينة نيويورك. إضافة إلى ذلك، لا يمتلك الدماغ برمجية، ولا جهاز تشغيل كنظام ويندوز (النوافذ) أو معالج بنتيوم. (كذلك فإن الحاسوب الشخصي بشريحة بنتيوم سريع جدا، بيد أنه يعاني قصورا معينا. يجب أن تمر هذه الحسابات جميعها من خلال معالج واحد. يعمل الدماغ على العكس من ذلك. إطلاق كل عصبون بطيء نسبيا، لكنه يعوض عن ذلك بشكل أكبر باحتوائه على 100 مليار عصبون

تعالج البيانات في الوقت نفسه. لذا يمكن لمعالج موازٍ بطيء أن يتفوق على معالج واحد سريع جدا).

أكثر التشبيهات حداثة هو تشبيه العقل بالإنترنت، التي تطلق في الوقت نفسه مليارات الحواسب. الوعي في هذه الصورة عبارة عن ظاهرة «بارزة»، تظهر بشكل معجز من العمل الجمعي لمليارات العصبونات. (مشكلة هذا التشبيه أنه لا يقول شيئا على الإطلاق عن كيفية حدوث هذه المعجزة. إنها تطوي تعقيد الدماغ كله تحت عباءة نظرية الشواش).

لا شك في أن كلا من هذه التشبيهات يمتلك جزءا من الحقيقة، لكن لا يلتقط أي منها تعقيد الدماغ تماما. لكنني مع ذلك وجدت أنه أحد التشبيهات المفيدة بالنسبة إلى الدماغ (على رغم أنه لايزال ناقصا)، وهو تشبيهه بمؤسسة ضخمة. في هذا التشبيه، هناك نظام بيروقراطي ضخم، وخطوط اتصال، وتدفقات كبيرة للمعلومات تجري بين مختلف الأقسام. لكن المعلومات المهمة تنتهي في مركز التحكم مع مدير المؤسسة. وهناك تُتخذ القرارات النهائية.

لو صح تشبيه الدماغ بمؤسسة ضخمة، فيجب أن يكون من الممكن تفسير بعض الخصائص الخاصة للدماغ:

• **تتمركز معظم المعلومات «في اللاوعي»** - أي أن المدير، لحسن الحظ، غير مدرك للمعلومات الهائلة والمعقدة التي تتدفق باستمرار داخل بيروقراطيته. في الحقيقة فإن كمية ضئيلة فقط من المعلومات تصل في النهاية إلى طاولة المدير العام، الذي يمكن مقارنته بالقشرة الجبهية للدماغ. على المدير العام أن يعرف المعلومات المهمة التي تثير اهتمامه فقط، وإلا فسوف يشل بفيض هائل من المعلومات الدخيلة.

ربما كان هذا النظام منتجا ثانويا لعملية التطور، لأن أسلافنا كانوا سيغمرون بمعلومات فائضة في اللاوعي عندما يواجهون حالة طارئة. نحن لحسن الحظ غير واعين بتريليونات الحسابات التي تعالج في أدمغتنا. وعند مواجهة نمر في غابة، ليس على المرء أن يعبأ بحالة معدته وأصابع قدميه وشعره......إلخ. كل ما يجب معرفته هو كيف يهرب.

• **«الانفعالات» عبارة عن قرارات سريعة تتخذ بشكل مستقل على مستوى أدنى.** بما أن التفكير العقلاني يأخذ عدة ثوانٍ، فهذا يعني أن من المستحيل غالبا إجراء

استجابة عقلانية لحالة طارئة؛ ولذلك فعلى مناطق الدماغ الأقل مستوى أن تقيم الوضع بسرعة وتتخذ القرار، انفعال ما، من دون إذن من المستوى الأعلى.

وبالتالي فالانفعالات (الخوف والغضب والاشمئزاز......إلخ) هي استجابات فورية تتم على مستوى أخفض، تولَّدت عبر عملية التطور لتحذر مركز التحكم من حالات خطرة أو حرجة ممكنة. تحكمنا الواعي في الانفعالات قليل. على سبيل المثال، مهما تدربنا على إلقاء خطاب أمام جمهور واسع، فإننا سنظل نشعر بالتوتر.

كتبت ريتا كارتر، مؤلفة كتاب «رسم خرائط العقل»(*) ما يلي «ليست الانفعالات مشاعر على الإطلاق، لكنها مجموعة من آليات بقاء مزروعة في الجسم تطورت لتحولنا بعيدا عن الخطر، وتدفعنا إلى الأمام نحو أشياء ربما تكون مفيدة»[6].

• **هناك محاولات مستمرة لنيل اهتمام المدير العام.** ليس هناك قزم أو معالج مركزي أو شريحة بنتيوم تتخذ القرارات، بدلا من ذلك فإن المراكز الفرعية ضمن مركز التحكم هي في حالة تنافس دائم بعضها مع بعض من أجل الحصول على اهتمام المدير العام. لذا ليس هناك نمط مستمر ناعم وثابت للتفكير، لكن هناك تداخلا لدارات مختلفة من التغذية الراجعة يتنافس بعضها مع بعض. إن فكرة وجود «أنا» ككل موحد ووحيد يتخذ القرارات كلها باستمرار هو وهم خلق من عقولنا اللاواعية.

عقليا، نشعر بأن عقلنا هو وحدة مفردة، يعالج المعلومات باستمرار وسلاسة، ويتحكم تماما في قراراتنا. أخبرني بروفسور الـ MIT مارفين مينسكي، وهو أحد الآباء المؤسسين للذكاء الاصطناعي، أن العقل أشبه بـ «مجتمع من العقول»[7]، بنماذج فرعية مختلفة يحاول كل منها التنافس مع الأخرى.

عندما قابلت ستيفن بينكر، وهو عالم نفساني في جامعة هارفارد، سألته كيف يظهر الوعي من هذه الفوضى. قال إن الوعي مثل عاصفة تهب في دماغنا[8]. أفاض في هذا عندما كتب أن «الشعور البديهي لدينا بأن هناك «أنا» منفذة تجلس في غرفة التحكم في دماغنا، تمسح شاشات الحواس، وتضغط على أزرار عضلاتنا، هو مجرد وهم[9]. يبدو أن الوعي يتألف من خليط من الحوادث المتوزعة خلال الدماغ[10]. تتنافس هذه الحوادث لنيل الانتباه. وعندما يتفوق حدث على آخر،

(*) Mapping the Mind, Rita Carter, 2000.

يعقلن الدماغ النتيجة بعد الحقيقة، ويخترع الانطباع بأن ذاتا واحدة كانت تتحكم في العملية طوال الوقت».

• **تُتخذ القرارات النهائية من قبل المدير العام في مركز التحكم.** تخصص معظم البيروقراطية تقريبا لجمع المعلومات وترتيبها للمدير العام، الذي يلتقي مباشرة مع مدير كل قسم. يحاول المدير العام التوفيق بين المعلومات المتعارضة التي تتدفق على مركز التحكم. يتوقف الأمر هنا. على المدير العام المتمركز في القشرة الجبهية أن يتخذ القرار النهائي. وبينما تتخذ معظم القرارات بالغريزة في الحيوانات، يتخذ البشر قرارات على مستوى أعلى بعد تمحيص مجموعات مختلفة من المعلومات القادمة من الحواس.

• **تتدفق المعلومات هرميا.** وبسبب كمية المعلومات الهائلة التي يجب أن تتدفق للأعلى نحو مكتب المدير العام، أو للأسفل نحو العناصر المساعدة، يجب ترتيب المعلومات ضمن مصفوفات معقدة من الشبكات المتداخلة، وبعدد كبير من التفرعات. فكر في شجرة صنوبر، حيث مركز التحكم في الأعلى، وهناك هرم من الأغصان يتدفق من الأعلى نحو الأسفل، متفرعا إلى مراكز فرعية عديدة.

هناك بالطبع اختلافات بين مؤسسة بيروقراطية وبنية التفكير. القاعدة الأولى لأي بيروقراطية هي أنها «تتوسع لتملأ الفراغ المتاح لها». لكن هدر الطاقة ترف لا يمكن للدماغ تحمله. يستهلك الدماغ نحو عشرين واط من الطاقة فقط (وهي طاقة مصباح كهربائي معتم)، لكن هذه غالبا هي الطاقة العظمى التي يمكنه استهلاكها قبل أن يخرب الجسم. لو ولد طاقة أكبر، فإنه سيسبب تلف الأنسجة. لذا يستخدم الدماغ باستمرار طرقا مختصرة للحفاظ على الطاقة. سنرى خلال هذا الكتاب الطرق الذكية والمبتكرة التي صاغتها عملية التطور، من دون معرفتنا، لتجاوز هدر الطاقة.

هل «الحقيقة» حقيقة حقا؟

يعرف كل منا التعبير «الرؤية خير برهان Seeing is believing». مع ذلك فإن معظم ما نراه هو في الحقيقة وهم. على سبيل المثال، عندما نرى مشهدا طبيعيا، يبدو منظرا سينمائيا ناعما. في الحقيقة هناك ثغرة في حقل رؤيتنا، توجد عند موقع العصب البصري في الشبكية. من المفترض أن نرى هذه البقعة السوداء الضخمة أينما

نظرنا. لكن أدمغتنا تملأ تلك الثغرة بتغطيتها وبتعديلها. هذا يعني أن جزءا من رؤيتنا هو في الحقيقة زائف، يولده عقلنا الباطن لخداعنا.

عندما كنت طفلا وشاهدت لأول مرة شكلا يظهر الطيف الكهرطيسي بكامل روعته الحقيقية، صدمت. لم أكن أعلم على الإطلاق أن أجزاء ضخمة من الطيف الكهرطيسي (مثل الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية وأشعة إكس وأشعة غاما) غير مرئية تماما لنا. بدأت أدرك أن ما أراه بعيني كان مجرد تقريب ضئيل وفضفاض للحقيقة. (هناك قول قديم، «لو كان الشكل والمضمون شيئا واحدا، لما كانت هناك حاجة إلى العلم»). تمتلك مجسات في شبكية العين يمكنها أن تكتشف اللون الأحمر والأخضر والأزرق فقط. وهذا يعني أننا لا نرى اللون الأصفر والبني والبرتقالي ومجموعة الألوان الأخرى حقا. هذه الألوان موجودة، لكن دماغنا يستطيع تقريب كل منها فقط بخلط كميات مختلفة من الأحمر والأخضر والأزرق. (يمكنك رؤية هذا لو نظرت بعناية إلى شاشة تلفاز ملون قديم. ترى فقط مجموعة من النقاط الحمراء والخضراء والزرقاء. التلفاز الملوَّن هو في الحقيقة خدعة).

تخدعنا عيوننا أيضا إلى التفكير أن في استطاعتنا رؤية العمق. إن شبكية عيوننا ثنائية البعد، لكن بما أن لنا عينين مفصولتين بعدة بوصات، فإن الدماغ الأيسر والدماغ الأيمن يدمجان هاتين الصورتين، مما يعطينا الإحساس المزيف بالبعد الثالث. وبالنسبة إلى أجسام أبعد، يمكننا تقدير بعد جسم بملاحظة كيف يتحرك عندما نحرك رأسنا. يدعى هذا بالتزيح Parallax (أو اختلاف المنظر).

(يفسر التزيح حقيقة أن الأطفال يشكون أحيانا من أن «القمر يتبعنا»، لأنه من الصعب على الدماغ أن يستوعب تزيح جسم بعيد كالقمر، يبدو كأن القمر دوما على بعد ثابت «خلفنا». لكن هذا مجرد وهم ناجم عن الاختزال من قبل الدماغ».

مسألة الدماغ المشطور

إحدى الطرق التي تختلف فيها التراتبية الهرمية في مؤسسة ما عن البنية الفعلية للدماغ تمكن رؤيتها في الحالة الغريبة لمرضى الدماغ المشطور Split-brain. إحدى الخصائص غير العادية للدماغ هي أنه يتألف من نصفين متطابقين تقريبا، أو نصفي كرة أيمن وأيسر. تساءل العلماء منذ فترة طويلة لماذا يمتلك الدماغ هذه الزيادة غير

الضرورية، لأن في إمكان الدماغ أن يعمل حتى لو أزيح نصف كرة بأكمله. لا تمتلك أي مؤسسة تراتبية طبيعية هذه الخاصة الغريبة. أكثر من ذلك، لو أن لكل نصف كرة وعيا، فهل يعني هذا أن لدينا مركزين منفصلين للوعي داخل جمجمة كل منا؟

فاز الدكتور روجر سبيري من معهد كاليفورنيا للتقنية بجائزة نوبل في العام 1981 لأنه بين أن نصفي كرة الدماغ ليستا نسختين كربونيتين متطابقتين، لكنهما في الحقيقة يؤديان وظائف مختلفة. ولدت هذه النتيجة خلجة في علم الأعصاب (وولدت إنتاجا مريبا من كتب المساعدة الذاتية التي تدعي أنها تطبق ثنائية العقل الأيسر والعقل الأيمن على حياتك).

كان الدكتور سبيري يعالج مرضى الصرع، الذين يعانون أحيانا نوبات صرع كبيرة تنتج غالبا عن دارات تغذية راجعة بين نصفي كرة الدماغ اللذين يخرجان عن السيطرة. ومثل مكبر يصرخ في آذاننا بسبب دارة تغذية راجعة، يمكن أن تصبح هذه النوبات مهددة للحياة. بدأ الدكتور سبيري بقطع الجسم الثفتي corpus callosum الذي يصل بين نصفي كرة الدماغ، بحيث لا يمكن التواصل بينهما والتشارك في المعلومات التي تأتي من الجانب الأيسر والأيمن من الجسم. أوقف هذا دارة التغذية الراجعة ونوبات الصرع.

في البداية بدا أن مرضى الدماغ المشطور طبيعيون تماما. كانوا نشطين وأمكنهم القيام بمحادثة طبيعية، كأن شيئا لم يحدث لهم. لكن التحليل الدقيق لهؤلاء الأفراد أظهر أن شيئا ما كان مختلفا جدا بشأنهم.

عادة، يكمل كلٌ من نصفي الكرة الآخر بينما تتحرك الأفكار بينهما جيئة وذهابا. الدماغ الأيسر أكثر تحليلا ومنطقية. هنا توجد المهارات اللفظية، بينما الدماغ الأيمن أكثر شمولية وفنية. لكن الدماغ الأيسر هو المسيطر، ويتخذ القرارات النهائية. تمر الأوامر من الدماغ الأيسر إلى الدماغ الأيمن عبر الجسم الثفتي. لكن لو قطع هذا الاتصال، فإن هذا يعني أن الدماغ الأيمن تحرر من سيطرة الدماغ الأيسر. يمكن أن تكون للدماغ الأيمن إرادته الخاصة به والتي تعارض رغبات الدماغ الأيسر المسيطر.

باختصار، ربما كانت هناك إرادتان تعملان ضمن جمجمة واحدة، تتصارعان أحيانا للتحكم في الجسم. يخلق هذا الوضع الغريب حيث اليد اليسرى (التي يتحكم فيها الدماغ الأيمن) تبدأ بالتصرف بشكل مستقل عن تصرفاتك، كأنها عضو غريب عنك.

وثقت حالة لرجل كان على وشك أن يعانق زوجته بإحدى يديه، ليجد أن اليد الأخرى كان لها هدف مختلف تماما. فقد وجهت لكمة يمنى إلى وجهها. ذكرت امرأة أخرى أنها أرادت أن تلتقط ثوبا بإحدى يديها، فقط لترى يدها الأخرى تلتقط ثوبا مختلفا تماما. وفي هذه الأثناء كان من الصعب على رجل أن ينام في الليل وهو يفكر في أن يده الأخرى المتمردة قد تخنقه.

يعتقد مرضى الدماغ المشطور أحيانا أنهم يعيشون في فيلم كرتون، حيث تصارع إحدى اليدين للتحكم في اليد الأخرى. يدعو الأطباء في بعض الأحيان هذا بمتلازمة الدكتور سترينجلوف(*)، بسبب مشهد في الفيلم تقاتل فيه إحدى اليدين اليد الأخرى.

استنتج الدكتور سبيري بعد دراسات مفصلة لمرضى الدماغ المشطور أخيرا أن من الممكن أن يكون هناك عقلان متمايزان يعملان في دماغ واحد. كتب أن كل نصف كرة هو «حقا نظام واع بذاته، يدرك ويفكر ويتذكر ويحاكم ويرغب ويحس على مستوى بشري متميز و.... ربما كان نصفا الكرة الأيمن والأيسر كلاهما واعيين في الوقت نفسه بخبرات عقلية مختلفة، وحتى متعارضة، تسير بعضها مع بعض بشكل متوازٍ»[11].

عندما أجريت لقاء مع الدكتور مايكل غازانيغا من جامعة كاليفورنيا - سانتا باربارا، وهو خبير في مرضى الدماغ المشطور، سألته كيف يمكن إجراء تجارب لاختبار هذه النظرية[12]. هناك طرق مختلفة للتواصل بشكل منفصل مع كل نصف من الدماغ من دون معرفة النصف الآخر. يمكن للمرء على سبيل المثال أن يجعل موضوع التجربة يضع نظارات خاصة بحيث يمكن إظهار الأسئلة لكل عين بشكل منفصل، وبحيث يكون توجيه الأسئلة لكل نصف كرة سهلا. الجزء الصعب هو محاولة الحصول على جواب من كل نصف كرة. بما أن الدماغ الأيمن لا يمكنه الكلام (مراكز الكلام موجودة في الدماغ الأيسر فقط) فمن الصعب الحصول على أجوبة من الدماغ الأيمن. أخبرني الدكتور غازانيغا أنه لمعرفة ما يفكر فيه الدماغ الأيمن، فقد صمم تجربة يمكن بواسطتها للدماغ الأيمن (الصامت) أن «يتحدث» باستخدام أحرف لعبة السكرابل.

(*) فيلم «دكتور سترينجلوف أو: كيف تعلمت أن أتوقف عن القلق وأحب القنبلة»
Dr. Strangelove or: How I Learned to Stop Worrying and Love the Bomb.
من إخراج وتأليف ستانلي كوبريك (1928 – 1999)، أنتج في العام 1964. [المحررة].

بدأ بسؤال دماغ المريض الأيسر ما الذي يريد فعله بعد التخرج. أجاب المريض أنه يريد أن يصبح رساما. لكن الأمور أصبحت مثيرة عندما سئل الدماغ الأيمن (الصامت) السؤال نفسه. هجّى الدماغ الأيمن الكلمات «متسابق سيارات». ومن دون معرفة الدماغ الأيسر المسيطر، كان للدماغ الأيمن سرا خطة مختلفة تماما بشأن المستقبل. كان للدماغ الأيمن حرفيا عقل خاص به.

تكتب ريتا كارتر: «إن المعاني المتضمنة هنا مثيرة حقا. إنها تقترح أننا ربما نحمل في جماجمنا سجينا صامتا له شخصيته، وطموحه ووعيه الخاص به، والذي يختلف عن الكائن الذي نعتقد أنه يمثلنا من يوم إلى آخر»[13].

ربما كان هناك صدق في المقولة التي تردد كثيرا بأن «داخله كائنا يتوق ليكون حرا». وهذا يعني أن نصفي الكرة ربما يكون لهما اعتقادان مختلفان. على سبيل المثال، يصف عالم الأعصاب راماتشاندران مريضا بدماغ مشطور سئل عما إذا كان مؤمنا أم لا، فأجاب بأنه ملحد، لكن دماغه الأيمن صرح بأنه مؤمن. يبدو أنه من الممكن أن يكون هناك اعتقادان دينيان مختلفان في دماغ واحد. يتابع راماتشاندران «إذا مات هذا الرجل، ما الذي سيحدث؟ هل سيذهب نصف كرة دماغه إلى الجنة والنصف الآخر إلى النار؟ لا أعرف الجواب على هذا السؤال»[14].

(لذا من المعقول أن يكون شخص بدماغ مشطور جمهوريا وديموقراطيا في الوقت ذاته. لو سألته من سينتخب فسوف يعطيك مرشح الدماغ الأيسر، لأن الدماغ الأيمن لا يمكنه الكلام. لكن يمكنك تخيل الفوضى في غرفة الانتخاب، عندما يضطر إلى سحب العتلة بإحدى اليدين).

من المسيطر؟

أحد الأشخاص الذين قضوا وقتا طويلا وأعدّوا الكثير من البحوث لفهم مسألة العقل اللاواعي هو الدكتور ديفيد إيغلمان، وهو عالم أعصاب في كلية بيلور للطب. عندما قابلته سألته: إذا كانت معظم عملياتنا العقلية تتم باللاوعي، فلماذا نجهل هذه الحقيقة المهمة؟ أعطى مثلا لملك شاب يرث العرش وينسب له الفضل في كل شيء في المملكة، لكن ليست لديه أدنى فكرة عن آلاف الموظفين والجنود والفلاحين اللازمين للحفاظ على عرشه[15].

يتأثر خيارنا للسياسيين والأزواج والأصدقاء، والمهن في المستقبل بأشياء لا نعيها. (على سبيل المثال، هناك نتيجة غريبة، كما يقول، بأن «الأشخاص بأسماء مثل دينيس أو دنس من المحتمل أن يصبحوا أطباء أسنان، بينما من المحتمل أكثر لأشخاص بأسماء مثل لورا أو لورانس أن يصبحوا محامين، ولأشخاص بأسماء مثل جورج أو جورجينا أن يصبحوا جيولوجيين»(*) (16). ويعني هذا أيضا أن ما نعتبره «حقيقة» هو مجرد تقريب يقوم به العقل لملء الثغرات. كل منا يرى الحقيقة بطريقة مختلفة. على سبيل المثال، أشار إلى أن 15 في المائة على الأقل من إناث البشر يمتلكن تحولا جينيا يعطيهن نوعا إضافيا (رابعا) من مبصرات الألوان Color photoreceptors – ويسمح هذا لهن بالتفريق بين ألوان تبدو متماثلة للأغلبية منا الذين يمتلكون ثلاثة أنواع من مبصرات الألوان فقط»(17).

من الواضح أنه كلما فهمنا آلية التفكير بشكل أفضل، برزت أسئلة أكثر. ما الذي يحدث بالضبط في مركز التحكم للعقل عندما يواجه بمركز تحكم متمرد في الظل؟ ما الذي نعنيه بـ«الوعي» على أي حال، إذا كان من الممكن شطره إلى نصفين؟ وما العلاقة بين الوعي و«الذات» و«إدراك الذات»؟

لو استطعنا الإجابة عن هذه الأسئلة الصعبة، فقد نمهد الطريق لفهم الوعي اللابشري، وعي الإنساليات robots والغرباء من الفضاء الخارجي على سبيل المثال، والتي قد تكون مختلفة تماما عن وعينا.

لذا دعنا نقترح جوابا واضحا عن هذا السؤال المعقد بشكل خادع: ما الوعي؟

(*) الأسماء هنا قريبة من لفظ المهن المذكورة باللغة الإنجليزية، فطبيب الأسنان «دنتيست» dentist، والمحامي «لوير» lawyer.
[المحررة].

عقل الإنسان قادر على أي شيء.. لأن كل شيء موجود فيه، الماضي كله والمستقبل كله أيضا .

كولن ماكجين

2

الوعي – وجهة نظر لفيزيائي

شغلت فكرة الوعي الفلاسفة قرونا، لكنها قاومت تعريفا بسيطا لها حتى يومنا هذا. صنف الفيلسوف ديفيد تشالمرز أكثر من عشرين ألف رسالة كتبت حول هذا الموضوع؛ لم يسبق في العلم أن خصص مثل هذا العدد الكبير للتوصل إلى اتفاق ضئيل. كتب مفكر القرن السابع عشر غوتفريد لايبنتز مرة «لو استطعت نفخ الدماغ إلى حجم طاحونة، وتجولت ضمنه، فإنك لن تجد الوعي هناك».

يشك بعض الفلاسفة في إمكان وجود نظرية حول الوعي. يدّعون أن الوعي لا يمكن أن يفسر على الإطلاق لأن الشيء لا يمكنه أن يفسر ذاته، لذا فإننا لا نملك القوة العقلية لحل هذه المعضلة المحيرة. يكتب عالم النفس في جامعة هارفارد ستيفن بينكر «لا يمكننا رؤية الأشعة فوق البنفسجية. ولا يمكننا عقليا تدوير جسم في البعد الرابع. وربما لا يمكننا حل مسائل مثل الإرادة الحرة والقدرة على الإحساس»[1].

«على الرغم من أن الوعي مركب من ميول متنافسة ومتناقضة غالبا، فإن الدماغ الأيسر يتجاهل عدم الاتساق، ويغطي ثغرات واضحة ليعطينا شعورا ناعما بـ «أنا» منفردة»

في الحقيقة، لمعظم القرن العشرين، أهملت إحدى النظريات المهيمنة في علم النفس، وهي النظرية السلوكية، أهمية الوعي بالكامل. بُنيت النظرية السلوكية على فكرة أن السلوك الموضوعي للحيوان والإنسان هو فقط الجدير بالدراسة، لا الحالات الداخلية والذاتية للعقل.

تخلى آخرون عن محاولة تعريف الوعي، وحاولوا ببساطة وصفه. قال الطبيب النفساني جوليو تونوني «يعلم الجميع ما الوعي: إنه ذلك الذي يتخلى عنك كل ليلة عندما ترقد للنوم بلا أحلام، ثم يعود في الصباح التالي عندما تستيقظ»[(2)]. وعلى الرغم من أن طبيعة الوعي نوقشت لقرون، فإنه كان هناك اتفاق قليل حوله. ولأن الفيزيائيين صنعوا العديد من الاختراعات التي جعلت تطورات هائلة في علم الدماغ ممكنة، ربما سيكون من المفيد تتبع مثال من الفيزياء في محاولة تفحص هذا السؤال القديم.

كيف يفهم الفيزيائيون الكون

عندما يحاول فيزيائي فهم شيء، يجمع البيانات أولا ثم يقترح «نموذجا»، وهو عبارة عن نسخة مبسطة عن الموضوع الذي يدرسه بحيث تلتقط خصائصه الأساسية. في الفيزياء، يوصف النموذج بسلسلة من المتغيرات (كدرجة الحرارة والطاقة والزمن). ثم يستخدم الفيزيائي النموذج للتنبؤ بالتطور المستقبلي بتمثيل حركاته. في الحقيقة، تستخدم بعض أقوى الحاسبات في العالم لتمثيل تطور هذه النماذج، التي يمكنها وصف البروتونات والانفجارات النووية وأنماط الطقس والانفجار الكبير ومركز الثقوب السوداء. ثم تصنع نموذجا أفضل، باستخدام متغيرات أكثر تعقيدا، وتمثلها وهي تتغير زمانيا أيضا.

على سبيل المثال، عندما كان إسحق نيوتن يتساءل بشأن حركة القمر، صنع نموذجا بسيطا غير في النهاية مسيرة التاريخ البشري: تصور رمي تفاحة في الهواء. كلما أطلقت التفاحة بسرعة أكبر، كما خمن، سافرت إلى مسافة أبعد. لو أطلقتها بسرعة كافية حقا فإنها ستدور حول الكرة الأرضية، ويمكن أن تعود إلى نقطة البداية. ثم ادعى نيوتن أن هذا المسار يمثل مسار القمر، لذا فالقوى التي وجهت حركة التفاحة لكي تدور حول الأرض مطابقة للقوى التي توجه حركة القمر.

لكن النموذج في حد ذاته بقي بلا فائدة. حصل الاختراق الرئيس عندما استطاع نيوتن أن يستخدم هذه النظرية الجديدة لتمثيل المستقبل، ولحساب المكان المستقبلي للأجسام المتحركة. كانت هذه مسألة مختلفة، تتطلب منه اختراع فرع جديد تماما من الرياضيات دُعي بالتفاضل والتكامل. باستخدام هذه الرياضيات الجديدة، استطاع نيوتن التنبؤ بمسار ليس القمر فقط، وإنما مذنب هالي والكواكب. ومنذ ذلك الوقت، استخدم العلماء قوانين نيوتن لتمثيل المسار المستقبلي للأجسام المتحركة من قذائف المدافع إلى الآلات والسيارات والصواريخ والنجميات والشهب، وحتى النجوم والمجرات.

يعتمد نجاح نموذج ما أو فشله على مدى إعادة إنتاجه بدقة للمتغيرات الأساسية للموضوع الأصلي. في هذه الحالة كان المتغير الأساس هو موقع التفاحة والقمر في المكان والزمان. بالسماح لهذا المتغير بالتطور (أي بترك الزمن يتقدم إلى الأمام) كشف نيوتن لأول مرة في التاريخ السر عن تصرف الأجسام المتحركة، وهو أهم الاكتشافات في تاريخ العلم.

تبقى النماذج مفيدة، حتى تُستبدل بنماذج أكثر دقة تعتمد على متغيرات أفضل. استبدل آينشتاين صورة نيوتن لقوى تعمل على تفاحات وأقمار بنموذج جديد مبني على متغير جديد، وهو انحناء المكان والزمان. تحركت التفاحة ليس لأن الأرض مارست عليها قوة، لكن لأن نسيج الزمان والمكان امتد بفعل الأرض، بحيث كانت التفاحة ببساطة تتحرك على سطح زمان – مكان (زمكان) منحنٍ. من هذا استطاع آينشتاين بعد ذلك تمثيل مستقبل الكون بأكمله. والآن نستطيع باستخدام الحاسبات أن نجري عمليات تمثيل لهذا النموذج نحو المستقبل، وصنع صور رائعة لتصادمات الثقوب السوداء.

دعنا الآن نتبن هذه الإستراتيجية الأساسية في تكوين نظرية جديدة للوعي.

تعريف الوعي

أخذت نتفا من توصيفات سابقة للوعي في حقلي علم الأعصاب والتشريح لتعريفه على الشكل التالي:

الوعي هو عملية خلق نموذج للعالم باستخدام دارات تغذية راجعة عديدة بمتغيرات مختلفة (على سبيل المثال، درجة الحرارة والمكان والزمان والعلاقة مع المتغيرات الأخرى) من أجل تحقيق هدف ما (على سبيل المثال إيجاد الشريك أو الطعام أو المأوى).

أدعو هذا بـ «نظرية زمكان الوعي» لأنها تؤكد فكرة أن الحيوانات تصنع نموذجا للعالم تحديدا بالعلاقة مع المكان، وبعضها مع بعض، بينما يتخطى البشر ذلك، ويصنعون نموذجا للعالم وفق الزمان، إلى الأمام وإلى الوراء.

على سبيل المثال، فإن أدنى مستوى للوعي هو المستوى صفر، حيث يكون الجسم ثابتا، أو له حركة محدودة، ويخلق نموذجا لمكانه باستخدام دارات تغذية راجعة بعدد قليل من المتغيرات (كدرجة الحرارة مثلا). على سبيل المثال، فإن أبسط مستوى للوعي هو منظم الحرارة. فهو يفتح مكيف الهواء ويغلقه آليا لتعديل الحرارة في غرفة ما، من دون أي مساعدة. العنصر الأساس هو دارة التغذية الراجعة التي تفتح المفتاح إذا أصبحت درجة الحرارة حارة أو باردة جدا (على سبيل المثال، تتمدد المعادن إذا سخنت، لذا يمكن لمنظم حرارة أن يفتح مفتاحا لو تمددت قطعة معدنية إلى أبعد من نقطة معينة).

تسجل كل دارة تغذية راجعة «درجة واحدة من الوعي»، لذا سيكون لمنظم الحرارة وحدة وحيدة من المستوى صفر من الوعي، أي المستوى 0: 1.

بهذه الطريقة، يمكننا تصنيف الوعي رقميا، على أساس عدد دارات التغذية الراجعة المستخدمة في صنع نموذج للعالم وتعقيدها. لن يبقى الوعي عند ذلك مجموعة غامضة من أفكار دائرية غير معرفة، لكنه يصبح نظاما من التراتبية يمكن تصنيفه رقميا. على سبيل المثال، تمتلك البكتيريا أو الزهرة عددا أكبر من دارات التغذية الراجعة، ولذا فإن لها مستوى أعلى من الوعي صفر. وتمتلك زهرة بعشر دارات تغذية راجعة (والتي تقيس درجة الحرارة والرطوبة وأشعة الشمس والجاذبية... إلخ) مستوى 0: 10 من الوعي.

العضويات المتحركة والتي تمتلك نظام أعصاب لها المستوى 1 من الوعي، الذي يشمل مجموعة جديدة من المتغيرات لقياس موقعها المتغير. أحد الأمثلة على وعي

من المستوى 1 سيكون الزواحف. تمتلك الزواحف دارات تغذية راجعة كثيرة جدا بحيث إنها طورت نظاما عصبيا مركزيا لمعالجتها. يمتلك عقل الزواحف ربما مائة دارة تغذية راجعة أو أكثر (تتحكم في حاسة الشم والتوازن واللمس والصوت والبصر وضغط الدم... إلخ، وكل منها يحتوي على دارات تغذية راجعة أكثر). على سبيل المثال، يشمل البصر وحده عددا كبيرا من دارات التغذية الراجعة، بما أن العين يمكنها التعرف على اللون والحركة والأشكال وشدة الضوء والظلال. بالمثل، تتطلب حواس الزواحف الأخرى مثل السمع والتذوق دارات تغذية راجعة إضافية. تخلق مجموع دارات التغذية الراجعة الكثيرة هذه صورة ذهنية حول موقع الزاحف في العالم، وحول مواقع الحيوانات الأخرى أيضا فيه (الفريسة مثلا). لذا يحكم الوعي من المستوى 1 بدوره بصورة رئيسة دماغ الزاحف، وهو موجود في مؤخرة الدماغ ووسطه عند البشر.

بعد ذلك لدينا المستوى 2 من الوعي، حيث تخلق المتعضيات نموذجا لموقعها ليس في المكان فقط لكن أيضا بالنسبة إلى الكائنات الأخرى (أي لحيوانات اجتماعية تمتلك عواطف). يزداد عدد دارات التغذية الراجعة إلى الوعي من المستوى 2 أسيّا، لذا من المفيد إدخال تصنيف رقمي جديد لهذا النوع من الوعي. تشكيل الحلفاء واكتشاف الأعداء وخدمة الذكر الأعلى... إلخ، كلها تصرفات معقدة جدا تتطلب دماغا واسعا جدا، بحيث يتطابق المستوى 2 من الوعي مع تشكيل بنى جديدة للدماغ على شكل الجهاز الحوفي. وكما لاحظنا مسبقا يحتوي الجهاز الحوفي على الحصين (للذاكرة) واللوزة (للانفعالات) والمهاد (للمعلومات الحسية)، تقدم كلها متغيرات جديدة لصنع نماذج للعلاقة مع الآخر. لذا يتغير عدد دارات التغذية الراجعة ونوعها.

نعرف درجة المستوى 2 من الوعي على أنها العدد الكلي لدارات التغذية الراجعة المتميزة اللازمة للحيوان للتفاعل اجتماعيا مع أفراد مجموعته. لسوء الحظ، فإن دراسات وعي الحيوان محدودة جدا، لذا أُجريت دراسات قليلة لتصنيف الطرق جميعها التي تتواصل الحيوانات بواسطتها بعضها مع بعض. لكن كتقريب أولي يمكننا تقدير المستوى 2 من الوعي بعد عدد الحيوانات الأخرى في المجموعة أو القبيلة، ثم تسجيل عدد الطرق التي يتفاعل فيها الحيوان عاطفيا مع كل من الحيوانات الأخرى. يشمل هذا التعرف على الحيوانات المنافسة والصديقة، وتشكيل الروابط مع الحيوانات الأخرى، ورد الخدمات وبناء التحالفات وفهم موقع الحيوان

والترتيب الاجتماعي للحيوانات الأخرى، واحترام مكانة الرؤساء، وإظهار قوتك على من هم أدنى منك، والتخطيط للصعود في السلم الاجتماعي... إلخ (نستثني الحشرات من المستوى 2، لأنه على الرغم من أن لها علاقات اجتماعية مع أفراد من مجموعتها أو خليتها فإنه ليست لديها عواطف لانفعالات بحسب علمنا).

على الرغم من الافتقار إلى دراسات تجريبية على سلوك الحيوانات، يمكننا إعطاء تصنيف رقمي تقريبي للمستوى 2 من الوعي بتسجيل العدد الكلي للانفعالات وتعقيدها والتصرفات الاجتماعية التي يمكن للحيوان إظهارها. على سبيل المثال، لو تألفت مجموعة ذئاب من عشرة ذئاب، وتفاعل كل ذئب مع الذئاب الأخرى جميعها بخمسة عشر انفعالا وإشارة مختلفة، فإن درجته من الوعي بحسب تقريب أولي هو ناتج ضرب الرقمين أو 150، لذا سيكون له المستوى 2: 150 من الوعي. يأخذ هذا الرقم بعين الاعتبار عدد الحيوانات الأخرى التي على الذئب أن يتفاعل معها، وأيضا عدد الطرق التي يمكنه التواصل بواسطتها مع كل منها. يقارب هذا الرقم فقط العدد الكلي للتفاعلات الاجتماعية التي يمكن للحيوانات إظهارها، وهو بلا شك سيتغير مع معرفتنا أكثر بسلوكه.

(بالطبع، لأن التطور ليس دقيقا دوما ولا خاليا من الشوائب، هناك إشكالات علينا تفسيرها، مثل مستوى الوعي للحيوانات الاجتماعية التي تصطاد منفردة. سنفعل ذلك في الملاحظات)[3].

المستوى 3 من الوعي: تمثيل المستقبل

بهذا الإطار من الوعي، نرى أن البشر ليسوا متميزين، وأن هناك تدرجا مستمرا من الوعي. وكما علق تشارلز داروين مرة «الاختلاف بين الإنسان والحيوانات الأعلى على الرغم من أنه كبير كما هو، فإنه بالتأكيد اختلاف في الدرجة، وليس في النوع»[4]. لكن ما الذي يفصل الوعي البشري عن الوعي الحيواني؟ البشر هم وحدهم في مملكة الحيوان الذين يفهمون فكرة المستقبل. على النقيض من الحيوانات، فإننا نسأل أنفسنا باستمرار «ماذا لو؟» لأسابيع وأشهر وحتى لسنوات في المستقبل، لذا أعتقد أن المستوى 3 من الوعي يخلق نموذجا لموقعه في العالم، ثم يماثله للمستقبل، بإجراء تنبؤات تقريبية. يمكننا تلخيص هذا كما يلي:

الوعي البشري هو شكل خاص من الوعي يخلق نموذجا للعالم ثم يماثله زمنيا، وذلك بتقييم الماضي من أجل تمثيل المستقبل. يتطلب هذا التعامل مع دارات تغذية راجعة عديدة وتقييمها بغية اتخاذ قرار لتحقيق هدف ما.

في الوقت الذي نصل فيه إلى المستوى 3 من الوعي، هناك دارات تغذية عديدة بحيث نحتاج إلى المدير العام لـ CEO لتمحيصها من أجل تمثيل المستقبل واتخاذ القرار النهائي. بالتالي فإن أدمغتنا تختلف عن أدمغة الحيوانات الأخرى، خصوصا في القشرة الجبهية المتوسعة الموجودة خلف الجبهة تماما، مما يسمح لنا بـ «تصور» المستقبل.

كتب الدكتور دانييل غيلبرت، عالم النفس من جامعة هارفارد، ما يلي «الإنجاز الأكبر للعقل البشري هو قدرته على تخيل أشياء وحوادث لا توجد في الواقع، وهذه هي القدرة التي تسمح لنا بالتفكير في المستقبل. وكما لاحظ أحد الفلاسفة، فالعقل البشري «آلة توقع»، و«صنع المستقبل» هو أهم ما يفعله»[5].

باستخدام مسوحات الدماغ، يمكننا حتى أن نقترح موقعا مرشحا للمنطقة المحددة من الدماغ التي يتم فيها تمثيل المستقبل. يلاحظ عالم الأعصاب مايكل غازانيغا أن «المنطقة 10 (الطبقة الحبيبية الداخلية IV)، في القشرة أمام الجبهية الجانبية، هي أكبر بالضعف تقريبا في البشر منها في القرود[6]. المنطقة 10 تتعلق بالذاكرة والتخطيط، والمرونة الإدراكية والتفكير المجرد، والبدء بتصرفات مناسبة، ومنع التصرفات غير الملائمة، وقواعد التعلم والتقاط المعلومات ذات القيمة التي تأتي من الحواس» (بالنسبة إلى هذا الكتاب، سوف نشير إلى هذه المنطقة التي تتركز فيها عمليات اتخاذ القرار على أنها القشرة أمام الجبهية الظهرانية الجانبية dorsolateral، على الرغم من أن هناك بعض التقاطع مع مناطق أخرى من الدماغ).

على الرغم من أن الحيوانات قد تمتلك فهما محددا لموقعها في المكان، ويمتلك بعضها درجة من الإحساس بالحيوانات الأخرى، فإنه ليس من الواضح ما إذا كانت تخطط بمنهجية للمستقبل، ولديها فهم لـ «الغد». معظم الحيوانات، حتى الاجتماعية منها ذات الأجهزة الحوفية شديدة التطور، تتفاعل مع الظروف (مثل وجود مفترسات أو شركاء محتملين للجماع) بالاعتماد على الغريزة بشكل رئيس، بدلا من التخطيط المنهجي للمستقبل.

على سبيل المثال، لا تخطط الثدييات لمواجهة فصل الشتاء بالتحضير للسبات، لكنها بصورة عامة تتبع غريزتها مع انخفاض درجة الحرارة. هناك دارة تغذية راجعة تنظم عملية السبات. ويتم التحكم في وعيها برسائل تأتي من حواسها. ليس هناك دليل على أنها تمحص منهجيا خطط وتدابير مختلفة وهي تتحضر للسبات. وعندما تستخدم الحيوانات المفترسة الخداع والتمويه لتطارد طريدة غير متشككة، فإنها تتوقع حوادث مستقبلية، لكن هذا التخطيط محدود فقط بالغريزة ومدة الصيد. تمتلك القردة العليا كفاءة في تصميم خطط قصيرة المدى (كتأمين الطعام)، لكن ليس هناك دليل على أنها تخطط لأكثر من عدة ساعات في المستقبل.

البشر مختلفون. على الرغم من أننا نعتمد على الغريزة والعواطف في أوضاع كثيرة، فإننا نحلل المعلومات باستمرار ونقيمها من دارات تغذية راجعة عديدة. نُشغِّل بذلك عمليات مماثلة حتى من خارج مدى عمرنا القصير، وإلى آلاف السنين في المستقبل. تكمن أهمية تشغيل عمليات مماثلة في تقييم الاحتمالات المختلفة لاتخاذ أفضل قرار لتحقيق هدف ما. يحدث هذا في القشرة أمام الجبهية، التي تسمح لنا بتمثيل المستقبل، وتقييم الاحتمالات من أجل تخطيط أفضل مسار للعمل.

تطورت هذه القدرة لأسباب عدة. أولا، فإن امتلاك القدرة على التبصر بالمستقبل لها فوائد تطورية هائلة، مثل الهرب من المفترسات وإيجاد الطعام وشركاء الجماع. ثانيا، فهي تسمح لنا بالاختيار بين عدة نواتج مختلفة، واختيار أفضلها.

ثالثا، يزداد عدد دارات التغذية الراجعة أسيّا، ونحن ننتقل من المستوى 0 إلى المستوى 1 ثم المستوى 2، لذا نحتاج إلى «مدير عام» لتقييم هذه الرسائل المتضاربة والمتنافسة. لم تعد الغريزة كافية. يجب أن يكون هناك جسم مركزي يقيم كل دارة تغذية راجعة. هذا ما يميز الوعي البشري عن وعي الحيوانات. تقيم دارات التغذية الراجعة تلك بالدور، بتمثيلها في المستقبل، للحصول على أفضل ناتج. لو لم يكن لدينا مدير عام، فستنتج الفوضى وسيكون لدينا فيض من الأحاسيس.

يمكن لتجربة بسيطة أن توضح هذا. يصف ديفيد إيغلمان كيف يمكنك أخذ ذكر سمكة من ذات الشوكة Stickleback وتجعل سمكة أنثوية تتعدى على منطقته. يصبح الذكر مشوشا[7]، لأنه يريد جماع الأنثى، ويريد أيضا في الوقت نفسه الدفاع عن منطقته.

نتيجة لذلك يقوم ذكر سمك الشوكة بمهاجمة الأنثى، بينما يبدأ بعملية الغزل في الوقت نفسه. يصل الذكر إلى حالة الهيجان، محاولا جذب الأنثى وقتلها في الوقت نفسه.

ينطبق هذا على الفئران أيضا. ضع قطبا كهربائيا أمام قطعة من الجبن. لو اقترب الفأر جدا منها، فسيصدم بالكهرباء. تخبر دارة تغذية راجعة واحدة الفأر بأن يأكل الجبن، لكن دارة أخرى تخبره بأن يبقى بعيدا، وبأن يتجنب الصدمة. وبتعديل موقع القطب، يمكنك جعل الفأر يتارجح في الاختيار، حيث سيتأثر بدارتي تغذية راجعة متعارضتين. وبينما يملك الإنسان مديرا عاما في دماغه لتقدير ميزات الوضع ومساوئه، فإن الفأر المحكوم بدارتي تغذية راجعة متعارضتين يتأرجح جيئة وذهابا (يشبه هذا مثال الحمار الذي يجوع حتى الموت لأنه محصور بين بالتين متساويتين من القش).

كيف يمثل الدماغ المستقبل بالضبط؟ يغمر الدماغ البشري بكمية ضخمة من البيانات الحسية والعاطفية. لكن المفتاح هو تمثيل المستقبل بصنع صلات عرضية بين الحوادث – أي لو حدث A فسيحدث B. لكن لو حدث B فإن C وD ربما ينتجان عن ذلك. سيطلق هذا تفاعلا متسلسلا من الأحداث، صانعا في النهاية شجرة من حوادث مستقبلية ممكنة متسلسلة مع العديد من التفرعات. يقيم المدير العام في القشرة أمام الجبهية نتائج هذه التفرعات العرضية لاتخاذ القرار النهائي.

لنفترض أنك تريد سرقة بنك. ما عدد التمثيلات الواقعية لهذه العملية التي يمكنك صنعها؟ لفعل ذلك، عليك أن تفكر في الروابط العرضية المختلفة التي تشمل الشرطة والناس الواقفين وأنظمة الإنذار والعلاقات مع الزملاء من المجرمين وحالة المرور... إلخ. ولتمثيل ناجح للسرقة ربما يجب عليك تقييم مئات الروابط العرضية.

من الممكن أيضا قياس هذا المستوى من الوعي رقميا. دعنا نقل إن شخصا يُعطى سلسلة من مواقف مختلفة مثل التي سبق ذكرها، ويُطلب منه أن يمثل مستقبل كل منها. يمكن تسجيل مجموع العدد الكلي من الروابط العرضية التي يمكن للشخص أن يصنعها لهذه الظروف كلها (أحد التعقيدات هي أن هناك عددا غير محدود من الروابط العرضية التي يمكن لشخص أن يصنعها لظروف ممكنة عديدة. لتجاوز هذا التعقيد، نقسم هذا الرقم على متوسط الروابط العرضية التي نحصل عليها من مجموعة تحكم. ومثل اختبار الذكاء IQ، يمكن للمرء أن يضرب هذا الرقم بـ 100.

لذا فمستوى شخص من الوعي، على سبيل المثال، ربما يكون المستوى 3:100، مما يعني أن بإمكان الشخص تمثيل حوادث المستقبل مثل الشخص العادي).

نلخص هذه المستويات من الوعي في الشكل التالي:

مستويات الوعي لأجناس مختلفة

المستوى	النوع	المتغيرات	بنية الدماغ
0	نبات	درجة الحرارة، ضوء الشمس	لا توجد
1	زواحف	المكان	جذع الدماغ
2	ثدييات	علاقات اجتماعية	جهاز حوفي
3	بشر	زمان (خاصة المستقبل)	القشرة أمام الجبهية

نظرية الزمكان. نعرف الوعي على أنه عملية صنع نموذج للعالم باستخدام عدد من دارات التغذية الراجعة بمتغيرات مختلفة (على سبيل المثال، في المكان، والزمان، وبالعلاقة مع المتغيرات الأخرى) من أجل تحقيق هدف ما. الوعي البشري نوع خاص يشمل التوسط بين دارات التغذيات الراجعة هذه بتمثيل المستقبل وتقييم الماضي.

(لاحظ أن هذه الفئات تتعلق بمستويات التطور التقريبية التي نجدها في الطبيعة- مثل الزواحف والثدييات والبشر. وعلى الرغم من ذلك هناك مناطق رمادية مثل حيوانات قد تمتلك نواحي ضئيلة من مستويات مختلفة من الوعي، وحيوانات تقوم ببعض التخطيط البدائي، أو حتى خلايا مفردة تتواصل بعضها مع البعض. قُصد من هذا المخطط أن يقدم الصورة العامة الأوسع عن كيفية تنظيم الوعي عبر مملكة الحيوان).

ما الفكاهة؟ ولماذا نمتلك انفعالات؟

يجب أن تكون النظريات جميعها قابلة للتنفيذ. التحدي بالنسبة إلى نظرية زمكان الوعي هو شرح نواحي الوعي الإنساني كلها ضمن هذا الإطار. ويمكن تفنيدها إذا وجدت أنماط من التفكير لا يمكن وصفها بهذه النظرية. ربما يقول ناقد إن حس

الدعابة لدينا بالتأكيد وهمي ومؤقت بحيث لا يمكن تفسيره. نقضي الكثير من الوقت في الضحك مع أصدقائنا أو في سماع الممثلين الفكاهيين، ومع ذلك يبدو أنه لا علاقة للدعابة بتمثيلنا المستقبل. لكن فكر في الأمر. الكثير من الدعابة، مثل إلقاء النكات، يعتمد على الجملة الأخيرة أو (القفلة).

عند سماع نكتة لا يمكننا مقاومة تمثيل المستقبل وإتمام القصة بأنفسنا (حتى لو كنا غير واعين إلى أننا نفعل ذلك). نعلم ما يكفي حول العالم الفيزيائي والاجتماعي بحيث نستطيع توقع النهاية، لذا نفرط في الضحك عندما يعطينا السطر الختامي نهاية غير متوقعة تماما. فحوى الدعابة يكمن في تغيير تمثيلنا للمستقبل بطريقة مفاجئة. (كان هذا مهما بالنسبة إلى تطورنا، لأن النجاح يعتمد جزئيا على قدرتنا على تمثيل حوادث المستقبل. بما أن الحياة في الغابة ممتلئة بالحوادث غير المتوقعة، فإن الشخص القادر على التنبؤ بنتائج غير متوقعة يمتلك فرصا أكبر للبقاء حيا. بهذه الطريقة، فإن امتلاكنا حسا متطورا جدا بالدعابة هو في الحقيقة أحد المؤشرات على المستوى 3 لوعينا وذكائنا، أي على قدرتنا على تمثيل المستقبل).

على سبيل المثال سئل دبليو. سي. فيلدز(*) مرة سؤالا عن الأنشطة الاجتماعية للشباب: «هل تؤمن بالأندية (clubs)(**) للشباب؟ فـ«أجاب»: فقط عندما تفشل المعاملة اللطيفة».

للنكتة قفلة فقط لأننا نمثل عقليا مستقبلا يكون فيه للأطفال أندية اجتماعية، بينما يمثل فيلدز مستقبلا مختلفا يشمل الهراوات. (بالطبع لو فككت النكتة، فإنها ستفقد قوتها، لأننا مثلنا مسبقا عدة أنواع ممكنة من المستقبل في عقولنا).

يفسر هذا أيضا ما يعرفه كل فكاهي: التوقيت هو مفتاح النكتة. إذا قدمت القفلة قبل وقتها فلن يتوافر للعقل الوقت لتمثيل المستقبل، وليست هناك خبرة في ما هو غير متوقع. وإذا قدمت القفلة متأخرة جدا فسيتوافر مسبقا الوقت لتمثيل عدة أشكال محتملة من المستقبل، لذا مرة أخرى تفقد القفلة عنصر المفاجأة.

(*) كوميدي أمريكي اشتهر بمفرداته الفظة، وبدوره في مسرحية «بوبي» الموسيقية (1923). ولد في العام 1880 وتوفي في العام 1946. [المحررة].

(**) Clubs باللغة الإنجليزية تعني الهراوات، كما تعني الأندية. تفقد النكتة فحواها بالترجمة. [المحررة].

(للضحك وظائف أخرى بالطبع، مثل الترابط مع أعضاء الجماعة. في الحقيقة نستخدم حس الفكاهة لدينا كطريقة لتقييم شخصية الآخرين. وهذا بدوره ضروري لتحديد موقعنا ضمن المجتمع. لذا، إضافة إلى ذلك، يساعد الضحك في تحديد موقعنا في العالم الاجتماعي، أي المستوى 3 من الوعي).

لماذا نغتاب ونتسلى؟

حتى الأنشطة التي تبدو تافهة، كالمشاركة في الاغتياب أو التسلي مع أصدقائنا، يجب أن تفسر ضمن هذا الإطار. (لو زار كائن من المريخ دور الدفع في سوق مركزي، ورأى العرض الضخم للمجلات الشعبية (التابلويد)، فقد يستنتج أن الغيبة هي النشاط الرئيس لبني البشر، ولن تكون هذه الملاحظة بعيدة جدا عن الحقيقة).

الغيبة ضرورية للبقاء على قيد الحياة، لأن الآلية المعقدة للتفاعلات الاجتماعية تتغير باستمرار، لذا علينا أن نفسر هذا الحقل الاجتماعي المتغير دوما. هذا هو الوعي من المستوى 2 أثناء عمله. لكن ما إن نسمع جزءا من غيبة حتى نشغل فورا تمثيلات لتحديد كيف سيؤثر هذا في موقعنا في المجتمع، مما ينقلنا إلى المستوى 3 من الوعي. منذ آلاف السنين، كانت الغيبة في الحقيقة الطريقة الوحيدة للحصول على المعلومات بشأن الجماعة. كانت حياة الشخص نفسها تعتمد غالبا على معرفة آخر نميمة.

شيء غير ضروري كـ «اللعب» يمثل خاصة أساسية أيضا للوعي. لو سألت الأطفال لماذا يحبون اللعب فسيقولون: «لأنه مسلٍ». لكن هذا يستدعي السؤال التالي: ما هو اللعب؟ في الحقيقة، عندما يلعب الأطفال فإنهم غالبا يحاولون إعادة تفعيل تواصلات بشرية معقدة بطرق مبسطة. المجتمع البشري معقد جدا، وهو أكبر من قدرة عقول الأطفال الصغار على الاستيعاب، لذا يقومون بتمثيلات مبسطة لعالم الكبار، بلعب ألعاب كالدكتور والشرطي واللصوص والمدرسة. كل لعبة هي بمنزلة نموذج يسمح للأطفال بتجريب جزء صغير من تصرفات الكبار ثم تشغيل تمثيلات في المستقبل. (بالمثل عندما ينخرط الكبار في لعبة، كلعبة البوكر، يخلق العقل باستمرار نموذجا للأوراق التي يمتلكها اللاعبون الآخرون، ثم يسقط هذا النموذج على المستقبل، مستخدما بيانات سابقة حول شخصية الناس، وقدرتهم على الخداع.... إلخ. المفتاح لألعاب مثل الشطرنج والورق والقمار هو القدرة على تمثيل المستقبل.

الحيوانات التي تعيش إلى حد بعيد ضمن الحاضر ليست جيدة في مجال الألعاب كالبشر، خصوصا إذا تضمنت هذه الألعاب تخطيطا. تنخرط صغار الثدييات في شكل من أشكال اللعب، لكنه للتمرين فقط، وللتدرب على القتال في المستقبل، وتأسيس نظام التصادم الاجتماعي القادم أكثر من كونه تمثيلا للمستقبل).

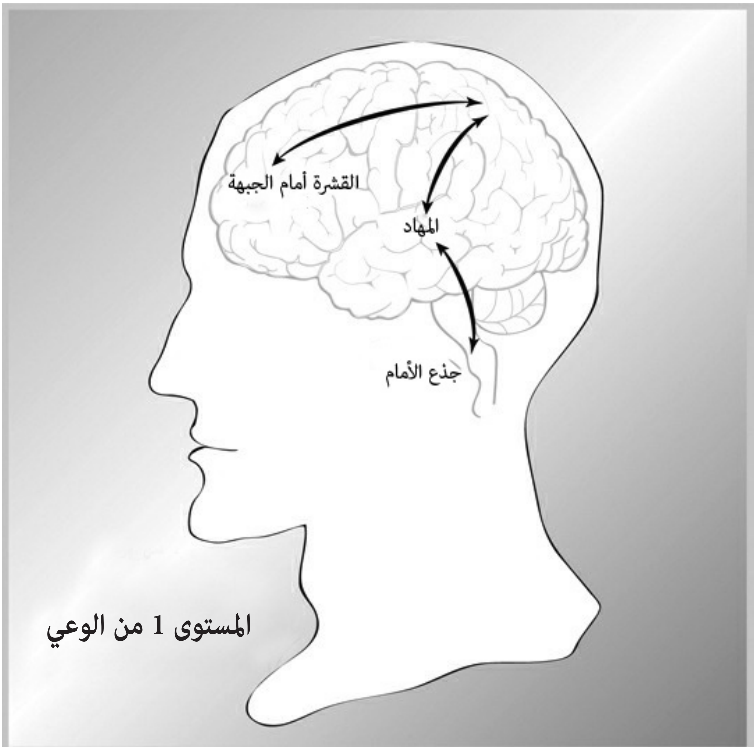
ربما تلقي نظريتي في الزمكان الضوء أيضا على موضوع آخر قابل للجدل وهو: الذكاء. على الرغم من أن اختبارات نسبة الذكاء IQ tests تدعي أنها تقيس «الذكاء» فإنها لا تعطي في الحقيقة تعريفا للذكاء من البداية. في الحقيقة، ربما يدعي ناقد، مع بعض التبرير، أن اختبارات نسبة الذكاء تقيس «مدى قدرتك على تنفيذ اختبار الذكاء» وهي عملية حلقية. إضافة إلى ذلك، انتقدت اختبارات نسبة الذكاء لأنها متحيزة ثقافيا. على الرغم من ذلك، ففي هذا الإطار الجديد يمكن النظر إلى الذكاء على أنه درجة التعقيد في تمثيلاتنا للمستقبل. بالتالي ربما يتفوق مجرم عتيد، أمي وفاشل في الدراسة ويحرز علامة متدنية في اختبار الذكاء، على الشرطة. فالتفوق على الشرطة قد يتضمن ببساطة القدرة على تفعيل تمثيلات أكثر تعقيدا للمستقبل.

المستوى 1: تيار الوعي

ربما كان البشر هم الوحيدين في هذا الكوكب القادرين على تشغيل مستويات الوعي جميعها. باستخدام مسوحات الـ MRI يمكننا تفكيك البنى المختلفة المشمولة في كل مستوى من مستويات الوعي.

بالنسبة إلينا، المستوى I من تيار الوعي هو بصورة عامة تفاعل بين القشرة أمام الجبهية والمهاد. عندما نتمشى باسترخاء في حديقة نحس بالروائح والنباتات، ونشعر بالنسيم العليل، وبالتحريض البصري من الشمس... إلخ. ترسل حواسنا إشارات إلى الحبل العصبي، ثم إلى جذع الدماغ، ثم إلى المهاد الذي يعمل مثل محطة استقبال وإرسال، بحيث ينتخب المحرضات ويرسلها إلى قشرات الدماغ المختلفة. فصور الحديقة، على سبيل المثال، ترسل إلى القشرة القذالية في مؤخرة الدماغ، بينما يرسل الإحساس بمس النسيم إلى الفص الجداري. تعالج الإشارات في القشرات المناسبة، ثم ترسل إلى القشرة أمام الجبهية، حيث تصبح في النهاية على شكل وعي بهذه الأحاسيس كلها.

يوضح هذا في الشكل (7).



الشكل (7): في المستوى 1 من الوعي، تنتقل معلومات الأحاسيس خلال جذع الدماغ وتعبر المهاد إلى القشرات المختلفة للدماغ، وأخيرا إلى القشرة أمام الجبهية، لذا ينشأ هذا التيار من المستوى 1 من الوعي من تدفق المعلومات من المهاد إلى القشرة أمام الجبهية.

المستوى 2: العثور على موقعنا في المجتمع

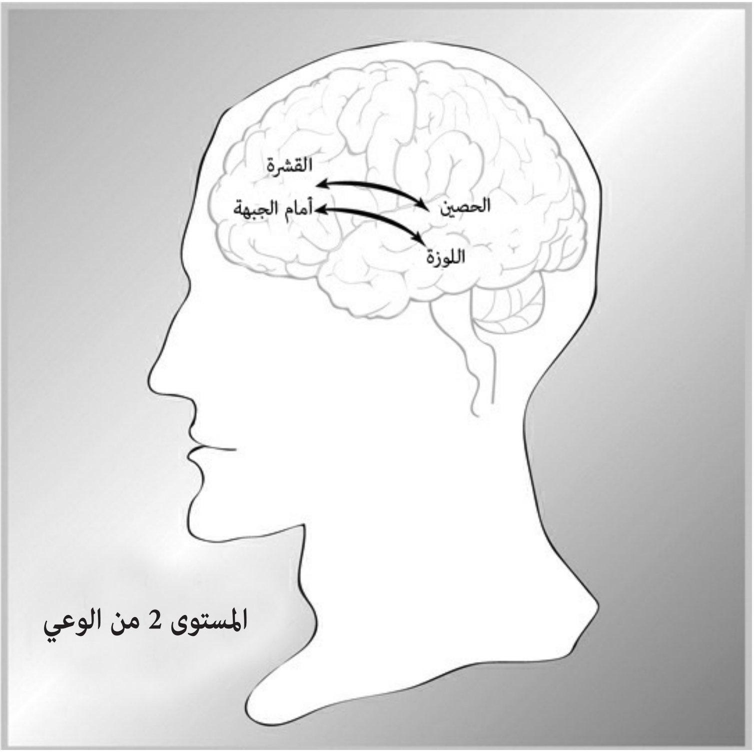
بينما يستخدم المستوى 1 من الوعي الأحاسيس لإنشاء نموذج عن موقعنا الفيزيائي في المكان، يخلق المستوى 2 من الوعي نموذجا لموقعنا في المجتمع.

دعنا نقل إننا سنذهب إلى حفلة كوكتيل، حيث يوجد أناس مهمون في مجال مهنتنا. وبينما نمسح الغرفة بأعيننا، محاولين تمييز الناس الذين يعملون معنا، يحصل تبادل مكثف بين الحصين (الذي يحتفظ بالذكريات)، واللوزة (التي تتعامل مع الانفعالات)، والقشرة أمام الجبهية (التي تركب هذه المعلومات بعضها مع بعض).

ومع كل صورة يلصق الدماغ آليا انفعالا ما، كالفرح أو الخوف أو الغضب أو الغيرة، ويعالجه في اللوزة.

إذا أبصرت منافسك الرئيس، الذي تشك في أنه يطعنك في الظهر، فإن انفعال الخوف يعالج من قبل اللوزة التي ترسل رسالة مستعجلة إلى القشرة أمام الجبهية، منبهة إياها إلى الخطر المحتمل. في الوقت ذاته ترسل إشارات إلى نظام غددك الصم للبدء في ضخ الأدرينالين والهرمونات الأخرى إلى الدم. وبالتالي تتسارع ضربات قلبك وتهيئك لاستجابة على شكل (قاتل - أو - اهرب).

يوضح هذا في الشكل (8).



الشكل (8): تنشأ الانفعالات في الجهاز الحوفي وتعالج فيه. في المستوى 2 من الوعي نقذف باستمرار بمعلومات حسية، غير أن الانفعالات هي استجابات سريعة من الجهاز الحوفي لا تحتاج إلى إذن من القشرة أمام الجبهية. الحصين ضروري أيضا لمعالجة الذكريات، لذا يشتمل المستوى 2 من الوعي في نواته على تفاعل بين اللوزة والحصين والقشرة أمام الجبهية.

لكن أبعد من مجرد التعرف ببساطة على الناس، فإن للدماغ القدرة الخارقة على تخمين ما يفكر فيه الآخرون. تدعى هذه نظرية العقل، وهي نظرية اقترحت لأول مرة من قبل ديفيد بريماك من جامعة بنسلفانيا، وتتلخص في القدرة على استنتاج أفكار الآخرين. في أي مجتمع معقد، فإن أي شخص يستطيع تخمين نوايا الآخرين ودوافعهم وخططهم بشكل صحيح يمتلك ميزة هائلة في البقاء بالمقارنة بآخرين غير قادرين على ذلك. تسمح نظرية العقل لك بتشكيل تحالفات مع الآخرين، وعزل أعدائك، وتثبيت صداقاتك التي تزيد بشدة من قدرتك وفرصك على التزاوج والبقاء حيا. يعتقد بعض علماء الإنسانيات أن التفوق في نظرية العقل ضروري في عملية تطور الدماغ.

لكن كيف أنجزت نظرية العقل؟ أحد أدلتها ظهر في العام 1996 مع اكتشاف «العصبونات المرآتية» من قبل جياكومو ريزولاتي وليوناردو فوغاسي وفيتوريو غاليسي. تطلق هذه العصبونات عندما تؤدي مهمة معينة، وأيضا عندما ترى شخصا آخر يؤدي المهمة ذاتها. (تطلق العصبونات المرآتية أيضا عند الانفعال وكذلك لأفعال فيزيائية.... إذا شعرت بانفعال معين، وفكرت في أن شخصا آخر يحس بالانفعال نفسه، فإن العصبون المرآتي سوف يطلق).

العصبونات المرآتية ضرورية للتقليد وللتعاطف أيضا، فهي تعطينا القدرة ليس فقط على تقليد المهمات المعقدة التي يقوم بها الآخرون، بل تعطينا أيضا الإحساس بالانفعالات التي يشعرون بها، لذا ربما كانت العصبونات المرآتية ضرورية لتطورنا ككائنات بشرية، لأن التعاون ضروري لربط الجماعة بعضها ببعض.

اكتشفت العصبونات المرآتية لأول مرة في المناطق أمام الحركية من أدمغة القردة. غير أنه منذ ذلك الوقت اكتشفت في البشر بالقشرة أمام الجبهية. يعتقد الدكتور راماتشاندران أن العصبونات المرآتية كانت ضرورية لإعطائنا القدرة على الوعي بالذات، ويستنتج: «أتنبأ بأن تفعل العصبونات المرآتية في علم النفس ما فعلته الدنا في علم الأحياء: ستقدم إطارا موحدا، وستساعد في تفسير مجموعة من القدرات العقلية التي بقيت حتى الآن سرا. وغير متاحة للتجارب»(8). علينا أن نشير مع ذلك إلى أن النتائج العلمية جميعها يجب أن تختبر ويعاد التأكد منها. (ليس هناك شك في أن بعض العصبونات تقوم بهذا التصرف المهم المتعلق بالتعاطف

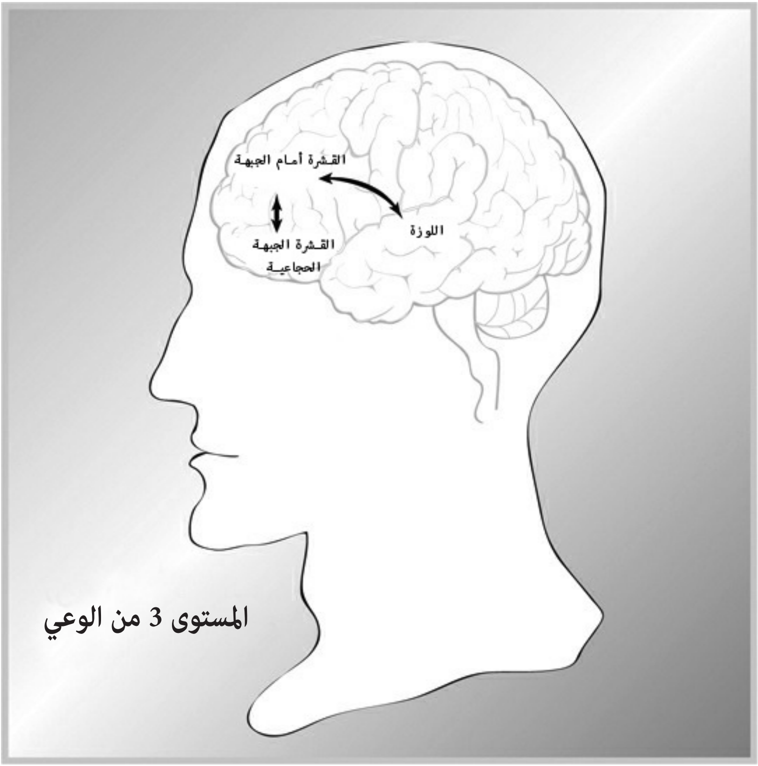
والتقليد و...إلخ، لكن هناك بعض الجدل حول ماهية هذه العصبونات المرآتية. على سبيل المثال، يدعي بعض النقاد أن هذه التصرفات ربما تكون شائعة للكثير من العصبونات، وأنه ليس هناك صنف واحد من العصبونات مكرس لهذا التصرف).

المستوى 3: تمثيل المستقبل

أعلى مستوى من الوعي، المرتبط بشكل رئيس بالإنسان العاقل هو المستوى 3 من الوعي، حيث نبني نموذجنا للعالم ثم نجري تمثيلات للمستقبل. نفعل ذلك بتحليل الذكريات الماضية للناس والحوادث، ثم نمثل المستقبل بجعل ارتباطات عرضية عديدة تشكل شجرة «عرضية». فبينما ننظر إلى الوجوه المختلفة في حفلة كوكتيل، نبدأ بسؤال أنفسنا أسئلة بسيطة مثل: كيف يمكن لهذا الشخص أن يساعدني؟ ما هو أثر الغيبة التي تدور في القاعة بالمستقبل؟ هل هناك من يريد النيل مني؟

دعنا نقل إنك فقدت من فورك وظيفتك، وإنك تفتش بيأس عن وظيفة جديدة. في هذه الحالة بينما تتحدث مع أناس مختلفين في حفل الكوكتيل، فإن عقلك يمثل بحماس المستقبل مع كل شخص تتحدث معه. تسأل نفسك: كيف أستطيع التأثير في هذا الشخص؟ ما المواضيع التي يجب أن أبرزها كي أقدم أفضل عرض لي؟ هل بإمكانه أن يقدم وظيفة لي؟

ألقت مسوحات الدماغ الحديثة ضوءا جزئيا على كيفية تمثيل الدماغ للمستقبل. تتم هذه التمثيلات في القشرة أمام الجبهية بشكل رئيس، وهو المدير العام للدماغ، باستخدام ذكريات الماضي. من جهة، ربما تعطي تمثيلات المستقبل نتائج سارة ومرغوبة، حيث تلمع مراكز اللذة في الدماغ (بالنواة المتكئة في المهاد). ومن جهة أخرى، قد تكون لهذه النتائج سلبيات، فتعمل القشرة الجبهية الحجاجية على تحذيرنا من الأخطار المحتملة. هناك صراع إذن بين أجزاء مختلفة من الدماغ فيما يتعلق بالمستقبل، والذي قد تكون له نتائج مرغوب فيها أو غير مرغوب فيها. في النهاية، فإن القشرة أمام الجبهية هي التي تتوسط بين هذه الأجزاء، وتتخذ القرارات النهائية. انظر (الشكل 9). (أشار بعض علماء الأعصاب إلى أن هذا الصراع يشبه إلى حد ما الديناميكية بين الأنا والهو والأنا العليا لفرويد).



الشكل (9): تمثيل المستقبل، وهو قلب المستوى 3 من الوعي، يتم من قبل القشرة أمام الجبهية، وهي المدير العام للدماغ، بتنافس بين مركز اللذة والقشرة الجبهية الحجاجية (التي تعمل لتختبر رغباتنا). يشبه هذا تقريبا المخطط العريض الذي قدمه فرويد حول الصراع بين وعينا ورغباتنا. تتم العملية الفعلية لتمثيل المستقبل عندما تتصل القشرة أمام الجبهية بذكريات الماضي لتمثل الأحداث في المستقبل.

سر الوعي بالذات

إذا صحت نظرية زمكان الوعي فيجب أن تعطينا أيضا تعريفا قويا للوعي بالذات. وبدلا من إشارات غامضة دائرية سنتمكن من إعطاء تعريف مفيد وقابل للاختبار للوعي بالذات. سنعرف الوعي بالذات كما يلي:

الوعي بالذات هو عملية خلق نموذج للعالم، وتمثيل المستقبل الذي تظهر أنت فيه.

لذا تمتلك الحيوانات بعض الوعي بالذات، لأن عليها أن تعرف مكانها إذا كان عليها البقاء على قيد الحياة والتزاوج، لكن هذا الوعي بالذات مقتصر على الغريزة إلى حد كبير.

عندما توضع معظم الحيوانات أمام مرآة، فإنها إما أن تهملها وإما أن تهاجمها، غير مدركة أن الآخر هو صورة لها. (يدعى هذا «اختبار المرآة»، الذي يعود إلى داروين). على الرغم من ذلك، فإن الحيوانات كالفيلة والقردة العليا والدلافين والغربان الأوروبية يمكنها أن تعرف أن الخيال الذي تراه في المرآة يمثلها.

يتقدم البشر مع ذلك خطوة كبيرة إلى الأمام، ويجرون باستمرار تمثيلات مستقبلية يظهرون هم فيها كعامل رئيس. نتخيل أنفسنا دوما مواجهين بظروف مختلفة- الخروج في موعد، والتقديم على وظيفة، وتغيير المهنة- حيث لا يحدد أي منها بالغريزة. من الصعب جدا إيقاف دماغك عن تمثيل المستقبل، على الرغم من تصميم طرق معقدة لمحاولة فعل ذلك (التأمل على سبيل المثال).

أحلام اليقظة، على سبيل المثال، تتألف عموما من تنفيذنا لعمليات مستقبلية مختلفة ممكنة للوصول إلى هدف. وبما أننا نتباهى بمعرفتنا نقاط قوتنا وضعفنا، فليس من الصعب وضع أنفسنا ضمن النموذج، وضغط الزر «العب»، بحيث نبدأ في تمثيل سيناريوهات افتراضية كأننا ممثلون في مسرحية افتراضية.

أين «أنا»؟

من الممكن أن تكون هناك منطقة معينة من الدماغ وظيفتها توحيد الإشارات من نصفي كرة الدماغ لخلق شعور ناعم ومتسق بالذات. يعتقد الدكتور تود هيذرتون، وهو عالم نفس في كلية دارتموث، أن هذه المنطقة موجودة ضمن القشرة أمام الجبهية، فيما يدعى القشرة أمام الجبهية الوسطى. يكتب عالم الأحياء الدكتور كارل زيمر «قد تؤدي القشرة أمام الجبهية الوسطى الدور نفسه للذات الذي يؤديه الحصين بالنسبة إلى الذاكرة... (هي) قد تركب باستمرار محور شعورنا بذاتنا»[9]. بعبارة أخرى، ربما تكون المدخل لمبدأ «الأنا»، وهي المنطقة الوسطى من الدماغ، التي تؤلف، وتلفق، رواية موحدة عن ذاتنا. (لا يعني هذا مع ذلك أن القشرة أمام الجبهية الوسطى هي القزم القابع في دماغك والذي يتحكم في كل شيء).

إذا كانت هذه النظرية صحيحة فيجب أن يكون الدماغ المرتاح، عندما نحلم باسترخاء بأحلام اليقظة حول أنفسنا وأصدقائنا، أكثر نشاطا من المعتاد، حتى عندما تكون أماكن أخرى من مناطق الدماغ الحسية هادئة. بالفعل تؤكد مسوحات الدماغ ذلك. يستنتج الدكتور هيذرتون «نحن نحلم بأحلام اليقظة معظم الوقت- نفكر في شيء حدث لنا، أو ما نظنه بالناس الآخرين. هذا كله يشتمل على تأمل للذات»[10].

تقول نظرية الزمكان إن الوعي مركب من عدد من الوحدات الفرعية للدماغ، تتنافس كل منها مع الأخرى لتخلق نموذجا للعالم، ومع ذلك يشعر وعينا بالنعومة والاستمرارية. كيف يمكن ذلك؟ عندما نمتلك جميعا الشعور بأن «ذاتنا» غير متقطعة، وأنها دائما في موقع السيطرة.

في الفصل السابق قابلنا مصيبة المرضى المصابين بانشطار الدماغ، الذين يصارعون أحيانا أيادي غريبة تمتلك حرفيا عقلا خاصا بها. يبدو أن هناك مركزين للوعي يسكنان ضمن الدماغ نفسه، لذا كيف يخلق هذا كله الشعور بأن لدينا «ذاتا» موحدة ومتسقة موجودة ضمن أدمغتنا؟

سألت شخصا قد يمتلك الجواب: الدكتور مايكل غازانيغا، الذي أمضى عدة عقود يدرس التصرف الغريب لمرضى الدماغ المشطور[11]. لاحظ أن الدماغ الأيسر لمرضى الدماغ المشطور، عندما يواجه بأن هناك مركزين منفصلين للوعي يسكنان في الجمجمة نفسها، سيؤلف ببساطة تفسيرات غريبة مهما كانت سخيفة. أخبرني أن الدماغ الأيسر، عندما يواجه بمشكلة واضحة، سيختلق جوابا لتفسير الحقائق غير الملائمة. يعتقد الدكتور غازانيغا أن هذا يعطينا الشعور الكاذب بأننا وحدة موحدة وكاملة. يدعو الدماغ الأيسر بالـ «مفسر» الذي يستنبط باستمرار الأفكار لتغطية عدم التوافق والثغرات في وعينا.

على سبيل المثال، أضاء في إحدى تجاربه الكلمة «أحمر» للدماغ الأيسر فقط لمريض، والكلمة «موزة» للدماغ الأيمن فقط. (لاحظ أن الدماغ الأيسر المسيطر لا يعلم شيئا حول الموزة). ثم سئل الشخص أن يلتقط قلما بيده اليسرى (والتي هي محكومة بالدماغ الأيمن) وأن يرسم صورة. بشكل طبيعي رسم صورة لموزة. تذكر أن الدماغ الأيمن يمكنه فعل ذلك، لأنه رأى الموزة، لكن الدماغ الأيسر ليست لديه أي فكرة بأن الموزة أُضيئت للدماغ الأيمن.

ثم سئل لماذا رسم الموزة. ولأن الدماغ الأيسر فقط يتحكم بالكلام، ولأنه لم يعلم أي شيء حول الموزة، كان على المريض أن يقول «لا أعلم»، لكنه بدلا من ذلك قال: «الأسهل هو الرسم بهذه اليد، لأن هذه اليد يمكنها السحب إلى الأسفل بشكل أفضل». لاحظ الدكتور غازانيغا أن الدماغ الأيسر كان يحاول العثور على تبرير ما لهذه الحقيقة غير الملائمة، حتى ولو أن المريض لم يمتلك أي دليل حول سبب رسم يده اليمنى للموزة.

يستنتج الدكتور غازانيغا أن «نصف الكرة الأيسر يعمل ضمن الميل البشري إلى إيجاد نظام في الفوضى، وهو الذي يحاول أن يوظف كل شيء في قصة، ويضعه ضمن سياقه. يبدو أنه مدفوع إلى التفكير في بنية العالم، حتى عند مواجهة الدلائل على غياب أي نموذج» [12].

من هنا يأتي شعورنا بالذات الموحدة. على الرغم من أن الوعي مركب من ميول متنافسة ومتناقضة غالبا، فإن الدماغ الأيسر يتجاهل عدم الاتساق، ويغطي ثغرات واضحة ليعطينا شعورا ناعما بـ «أنا» منفردة. بعبارة أخرى، يستمر الدماغ الأيسر في إعطاء الأعذار، بعضها رعناء، ليخلق شيئا معقولا من هذا العالم. إنه يسأل باستمرار: «لماذا؟» ويفكر في تبريرات، حتى لو لم يكن هناك جواب عن السؤال.

(ربما كان هناك سبب تطوري وراء تطور أدمغتنا المنقسمة. سيشجع مدير عام محنك غالبا مساعديه على اتخاذ مواقف متعارضة حول قضية ما من أجل تشجيع نقاش عميق وشامل. وغالبا ما يظهر الرأي الصحيح من التفاعل الشديد مع الأفكار الخطأ. بالمثل، يكمل نصفا الدماغ بعضهما بعضا، بحيث يقدمان تحليلا شاملا متفائلا/ تحليليا أو متشائما/ للفكرة نفسها، لذا يعدل نصفا الدماغ بعضهما بعضا. بالفعل، وكما سنرى، ربما تنشأ أشكال معينة من المرض العقلي عندما يتجه هذا التفاعل بين الاثنين في الطريق الخطأ).

بما أن لدينا الآن نظرية فعالة حول الوعي، حان الوقت لاستخدامها لفهم كيف سيتطور علم الأعصاب في المستقبل. هناك مجموعة واسعة ومميزة من التجارب التي تجرى الآن في علم الأعصاب، والتي تغير بعمق المشهد العلمي بكامله. باستخدام قوة الكهرطيسية يمكن للعلماء الآن أن يتفحصوا أفكار الناس، ويبعثوا

برسائل تخاطرية عن بعد، ويتحكموا في الأشياء بتحريكها حولنا بواسطة الدماغ، وأن يسجلوا الذكريات، وربما أن يطوروا ذكاءنا.

ربما كان التطبيق الأكثر قربا وفائدة عمليا لهذه التقنية الجديدة شيئا اعتبر مرة مستحيلا تماما وهو: التخاطر.

الكتاب الثاني

العقل فوق المادة

العقل، سواء أحببت ذلك أم لا، عبارة عن آلة. لقد توصل العلماء إلى هذه النتيجة، ليس لأنهم آليون لا يحبون البهجة، لكن لأنهم راكموا أدلة على أن كل ناحية من نواحي الوعي يمكن ربطها بالدماغ .

ستيفن بينكر

3

التخاطر: أطلعني على أفكارك

«ما الذي يحدث لو أن شخصا سرق اختراعك بقراءة أفكارك؟ هل يمكنك إصدار براءة اختراع لأفكارك؟ ومن الذي يمتلك الفكرة حقا؟».

كان هاري هوديني، كما يعتقد بعض المؤرخين، أعظم ساحر على الإطلاق. أدهش هروبه المثير من غرف محكمة الإغلاق، ومغامراته التي تتحدى الموت، الجمهور. كان بإمكانه جعل الناس يختفون ثم يعودون للظهور في أقل الأماكن توقعا. وكان بإمكانه قراءة أفكار الناس.

أو هذا ما بدا على الأقل.

حاول هوديني جاهدا أن يشرح أن كل شيء فعله كان مجرد وهم، وأنه سلسلة من الخدع الذكية. فقراءة أفكار الناس، كما ذكّر الناس، مستحيلة. كان يغضب كثيرا لأن السحرة المحتالين كانوا يغشون الأغنياء بخدعهم الرخيصة في صالوناتهم وجلساتهم، بحيث إنه جال في البلد ليفضح هذه الخدع، متعهدا بقدرته على إعادة أي قراءة للدماغ يجريها المحتالون. حتى إنه كان عضوا في لجنة نظّمت

من قبل مجلة سيانتيفيك أميريكان وقدمت مكافأة سخية لأي شخص يستطيع أن يبرهن أن لديه قوة نفسانية. (لم ينل أي شخص إطلاقا هذه المكافأة).

اعتقد هوديني أن التخاطر مستحيل. لكن العلم يبرهن أن هوديني مخطئ.

التخاطر هو الآن موضوع بحث معمّق في جامعات عدة حول العالم، حيث استطاع العلماء مسبقا استخدام حسّاسات لقراءة كلمات وصور وأفكار مفردة في دماغ شخص ما. يمكن لهذا أن يغيّر الطريقة التي نتواصل بواسطتها مع ضحايا النوبات والحوادث الذين «يحصرون» ضمن أجسامهم، غير قادرين على التعبير عن أفكارهم إلا من خلال حركات العينين. لكن هذه مجرد البداية. ربما يغيّر التخاطر أيضا بشكل جذري الطريقة التي نتفاعل بها مع الحاسبات والعالم الخارجي.

بالفعل في «5 نبوءات في الـ 5 التالية»[1] الحديثة، والتي تتنبأ بـ 5 تطورات ثورية في الـ 5 سنوات التالية، ادّعى علماء شركة IBM أننا سنتمكن من التواصل بالعقل مع الحاسبات، ربما مستبدلين الأوامر بواسطة الفأرة والصوت. هذا يعني استخدام قوة العقل للاتصال مع الناس على الهاتف، ودفع الفواتير ببطاقة الائتمان، وترتيب لقاءات، وتأليف سيمفونيات جميلة وأعمال فنية... إلخ. الإمكانات لا نهاية لها، ويبدو أن كل شخص - من عمالقة الحاسوب إلى المربين وشركات ألعاب الفيديو واستديوهات الموسيقى حتى البنتاغون - يتجه نحو هذه التقنية.

التخاطر الحقيقي، الموجود في روايات الخيال العلمي، ليس ممكنا من دون مساعدة خارجية. كما نعلم، فإن الدماغ كهربائي. وبصورة عامة، عندما يسرّع الإلكترون، فإنه يصدر إشعاعا كهرطيسيا. الشيء نفسه صحيح بالنسبة إلى إلكترونات تهتز داخل الدماغ، والتي تبث موجات راديوية. لكن هذه الإشارات ضعيفة جدا بحيث لا يمكن اكتشافها من آخرين. وحتى لو استطعنا إدراك هذه الموجات الراديوية، فسيكون من الصعب فهمها. لم يعطنا التطور القدرة على تفكيك هذه المجموعة من الإشارات الراديوية العشوائية، لكن الحواسب قادرة على ذلك. استطاع العلماء التوصل إلى تقريبات أولية لأفكار شخص ما باستخدام ماسحات EEG. يضع الأشخاص خوذة بمجسات EEG ويركزون على صور معينة - مثلا صورة سيارة. ثم تسجّل إشارات الـ EEG لكل صورة، وفي النهاية يُخلق قاموس أولي للأفكار، بعلاقة واحد - واحد بين أفكار شخص ما، وصورة الـ EEG.

ثم عندما تعرض صورة سيارة أخرى على شخص، فسوف يدرك الحاسوب نموذج الـ EEG على أنه لسيارة.

ميزة مجسات الـ EEG أنها سريعة ولا تقتحم الدماغ. فبمجرد وضع خوذة تحتوي على أقطاب عدة على سطح الدماغ، يمكن لجهاز EEG أن يميّز بسرعة إشارات تتغير كل ميللي ثانية. لكن المشكلة بالنسبة إلى مجسات EEG كما رأينا هي أن الموجات الكهرطيسية تتدهور وهي تمر عبر الجمجمة، ومن الصعب تحديد مصدرها الدقيق. يمكن لهذه الطريقة أن تخبرك ما إذا كنت تفكّر بسيارة أو بفأر، لكن لا يمكنها إعادة خلق صورة السيارة. وهنا يأتي عمل الدكتور جاك غالانت.

فيديوهات الدماغ

يتركز معظم هذا البحث في جامعة كاليفورنيا - بيركلي، حيث حصلت على درجة الدكتوراه في الفيزياء النظرية منذ سنوات. لقد حظيت بزيارة مختبر الدكتور غالانت، الذي حققت مجموعته إنجازا اعتبر مرة مستحيلا: تصوير فيديوي لأفكار الناس[2]. «هذه خطوة كبيرة للأمام، لإعادة تشكيل التخيّل الداخلي. نحن نفتح نافذة على الأفلام في دماغنا»[3] يقول غالانت.

عندما زرت مختبره، كان أول شيء لاحظته هو فريق من طلاب الدراسات العليا ومن مساعدي الباحثين المتحمسين يتجمعون أمام شاشات حاسباتهم، ينظرون بإمعان إلى صور فيديوية أعيد تركيبها من مسح دماغي لشخص ما. بالحديث إلى فريق غالانت تشعر كأنك تشهد عملية صنع للتاريخ العلمي.

شرح غالانت لي أن الشخص يمدد على نقّالة، تدُخل ببطء من ناحية الرأس أولا ضمن آلة MRI ضخمة حديثة، تصل تكلفتها إلى 3 ملايين دولار. ثم تعرض على الشخص عدة مقاطع من فيلم (مثل مشاهد من أفلام موجودة على اليوتيوب). لجمع بيانات كافية، على الشخص أن يجلس من دون حراك لساعات يراقب هذه المقاطع، وهي مهمة صعبة حقا. سألت أحد مساعدي البحث الدكتور شينجي نيشيموتو، كيف وجدوا متطوعين راغبين في الاستلقاء لساعات أمام أجزاء فقط من لقطات فيديوية لتمضية الوقت. قال إن طلاب الدراسات العليا ومساعدي البحوث تطوعوا ليكونوا حقل تجارب لبحوثهم.

وبينما يشاهد الشخص الأفلام، تخلق آلة الـ MRI صورة ثلاثية الأبعاد لتدفق الدم ضمن الدماغ. تبدو صورة الـ MRI مثل مجموعة ضخمة مؤلفة من ثلاثين ألف نقطة أو فوكسل. يمثل كل فوكسل نقطة من طاقة عصبية، ويتعلق لون النقطة بشدة الإشارة وتدفق الدم. تمثل النقاط الحمراء مؤشرات ناجمة عن نشاط عصبي كبير، بينما تمثل النقاط الزرقاء مؤشرات ناجمة عن نشاط أقل. (تبدو الصورة النهائية مثل آلاف أضواء عيد الميلاد على شكل دماغ. فورا يمكنك رؤية أن الدماغ يركّز معظم طاقته العقلية في القشرة البصرية، التي تقع في مؤخرة الدماغ، بينما تراقب هذه الفيديوهات).

آلة الـ MRI لغالانت قوية جدا بحيث تستطيع تمييز مائتي إلى ثلاثمائة منطقة مختلفة من الدماغ، ويمكنها في المتوسط أخذ لقطات قصيرة تتضمن مائة نقطة لكل منطقة في الدماغ. (أحد أهداف الأجيال المستقبلية من تقنية الـ MRI هي الحصول على استبانة أدق sharper resolution بزيادة عدد النقاط لكل منطقة من الدماغ).

في البداية، يبدو هذا التجمع ثلاثي الأبعاد للنقاط الملونة من دون أي معنى. لكن بعد سنوات من البحث، طوّر الدكتور غالانت وزملاؤه صيغة رياضية بدأت تعثر على علاقات بين خصائص معينة لصورة (حواف، ونسج، وشدة... إلخ) وبين فوكسلات الـ MRI. على سبيل المثال، لو نظرت إلى حد فاصل، فستلاحظ أنها منطقة تفصل مناطق أفتح ومناطق أغمق، وبالتالي تولّد الحافة نمطا معينا من الفوكسولات. بالحصول على نظرة شخص بعد الآخر لتلك المكتبة الضخمة من لقطات الفيديو، تتحسن هذه الصيغة الرياضية، مما يسمح للحاسوب بأن يحلّل كيف تحوّل أنواع مختلفة من الصور إلى فوكسلات الـ MRI. في النهاية، استطاع العلماء تحديد علاقة مباشرة بين نماذج MRI معينة من الفوكسلات، وخصائص ضمن كل صورة.

عند هذه المرحلة، تعرض على الشخص بعد ذلك مشاهد أخرى من فيلم. يحلل الحاسوب الفوكسولات المولدة خلال الرؤية ويعيد تشكيل الصورة الأصلية بشكل تقريبي. (يختار الحاسوب صورا من مائة مقطع من الفيلم، وهي الأقرب شبها بتلك التي رآها الشخص، ثم يدمج الصور بعضها مع بعض لخلق تقريب جيد). بهذه الطريقة يستطيع الحاسوب خلق فيديو مبهم للصور المرئية التي

تمر خلال عقلك. الصيغة الرياضية لغالانت مرنة جدا بحيث يمكن أخذ مجموعة من فوكسلات MRI وتحويلها إلى صورة، أو العكس، بأخذ صورة ثم تحويلها إلى فوكسلات MRI.

سنحت لي فرصة لرؤية الفيديو الذي صنعته مجموعة الدكتور غالانت، وكان مثيرا للاهتمام. كانت مشاهدته تشبه رؤية فيلم بوجوه وحيوانات ومشاهد طرق وبنايات من خلال نظارات غامقة. على الرغم من أنه ليس بإمكانك رؤية التفاصيل ضمن كل وجه أو حيوان بحيث تميز بوضوح نوع الشيء الذي تراه.

لا يستطيع هذا البرنامج فك شفرة ما تنظر إليه فقط، بل إنه يستطيع فك صور خيالية تدور في رأسك أيضا. لنفترض أنه طلب منك أن تفكر في الموناليزا. نعلم من مسوحات الـ MRI أنه على الرغم من أنك لا تنظر إلى اللوحة بعينيك، فإن القشرة البصرية في دماغك تضيء. يقوم برنامج الدكتور غالانت بعد ذلك بمسح دماغك بينما تفكر في الموناليزا، وسبر ملفات البيانات للصور محاولا العثور على أقرب صورة مطابقة. في إحدى التجارب التي رأيتها، اختار الحاسوب صورة الممثلة سلمى حايك كأقرب تقريب للموناليزا. بالطبع، يمكن للشخص العادي أن يتعرف بسهولة على مئات الوجوه، لكن حقيقة أن الحاسوب حلل صورة ضمن دماغ شخص، ثم التقط هذا الصورة من ملايين الصور العشوائية تحت تصرفه، هي أمر مثير للإعجاب.

الهدف من هذه العملية بكاملها هو خلق قاموس صحيح يسمح لك بأن تطابق بسرعة جسما في العالم الحقيقي بنموذج الـ MRI في دماغك. بصورة عامة، فإن المطابقة المفصّلة صعبة جدا وتستغرق سنوات، لكن من السهل قراءة بعض الأصناف بالمرور على بعض الصور فقط. كان الدكتور ستانيسلاس دوهان من كوليج دوفرانس في باريس يفحص مسوحات الـ MRI للفص الجداري، حيث تُدرك الأرقام، عندما ذكر أحد مساعديه عرضا أنه بمسح نموذج الـ MRI بسرعة يمكنه أن يعرف الرقم الذي ينظر إليه الشخص. في الحقيقة، شكلت أرقام معينة نماذج محددة على مسح الـ MRI، «لو أخذت 200 فوكسل من هذه المنطقة، ونظرت أيها فعالة وأيها غير فعالة، يمكنك بناء طريقة تعليم بالآلة تفكك أي رقم موجود في الذاكرة»[4].

يتركنا هذا مع سؤال مفتوح حول متى يمكننا الحصول على فيديوهات لها جودة صور أفكارنا. لسوء الحظ، تضيع المعلومات عندما يتخيل الشخص صورة

ما. تؤيد مسوحات الدماغ ذلك. عندما تقارن مسوح الـ MRI للدماغ وهو ينظر إلى زهرة مع مسح الـ MRI للدماغ وهو يفكر بالزهرة، ترى فورا أن النقاط في الصورة الثانية أقل من الأولى. لذا، على الرغم من أن هذه التقنية ستتطور كثيرا في السنوات القادمة، فإنها لن تكون تامة أبدا. (قرأت مرة قصة قصيرة حيث يلتقي رجل بجنّي وعده بأن يخلق أي شيء يمكن للشخص أن يتخيله. طلب الرجل فورا سيارة فارهة وطيارة نفاثة ومليون دولار. في البداية، كان الرجل سعيدا. لكن عندما نظر إلى هذه المواد بتفصيل، رأى أن السيارة والطائرة من دون محرك، وأن الصورة على النقود غير واضحة. وكل شيء من دون فائدة. وهذا لأن ذكرياتنا هي مجرد تقريبات للشيء الحقيقي).

لكن باعتبار السرعة التي يعمل العلماء بها لفك أنماط الـ MRI في الدماغ، هل سيكون باستطاعتنا قريبا أن نقرأ حقا الكلمات والأفكار التي تدور في العقل؟

قراءة الأفكار

في الواقع، في بناء بالقرب من مختبر غالانت، يقرأ الدكتور برايان بارسلي وزملاؤه حرفيا الأفكار - على الأقل من حيث المبدأ [5]. شرح لي أحد الباحثين المساعدين، وهي الدكتورة سارا شيبانكسي، كيف باستطاعتهم تمييز الكلمات داخل العقل. استخدم العلماء ما دُعي بتقنية ECOG(*) ، والتي هي تطوير كبير على الإشارات المكثفة التي تنتجها مسوحات الـ EEG. مسوحات ECOG هذه غير مسبوقة من حيث الدقة ووضوح الاستبانة، لأن الإشارات تسجل مباشرة من الدماغ، ولا تمر عبر الجمجمة. لكن من ناحية أخرى، على المرء أن يزيح جزءا من الجمجمة لوضع الشبكة التي تحتوي على 64 قطبا في شبكة 8 × 8 ، مباشرة فوق الدماغ المفتوح.

لحسن الحظ، تمكنوا من الحصول على إذن لإجراء تجارب مسوحات ECOG على مرضى الصرع الذين كانوا يعانون نوبات موهنة. وضعت شبكة ECOG على أدمغة المرضى، بينما أُجريت جراحة الدماغ المفتوح من قبل أطباء من جامعة كاليفورنيا - سان فرنسيسكو القريبة.

(*) Electrocorticogram.

مع سماع المرضى كلمات مختلفة، تسري إشارات من أدمغتهم خلال الأقطاب ثم تُسجَّل. في النهاية، يُشكَّل قاموس، بمطابقة الكلمات مع الإشارات التي تصدر من الأقطاب في الدماغ. بعد ذلك، عندما تُنطَق كلمة ما، يستطيع المرء أن يرى النمط الكهربائي نفسه. هذا التطابق يعني أيضا أنه لو فكر المرء في كلمة معينة، يستطيع الحاسوب أن يلتقط الإشارات المميزة ويحددها.

بهذه التقنية قد يكون من الممكن الحصول على محادثة تحدث بالتخاطر. وأيضا قد يتمكن ضحايا السكتة الدماغية المشلولون تماما من «التكلم» من خلال مخلّق صوتي يدرك أنماط الدماغ للكلمات المختلفة.

ليس من المستغرب أن يصبح حقل اتصال الدماغ بالآلة BMI (*) حقلا مرغوبا فيه، تحقق مجموعات بحثية في مختلف أنحاء البلد فيه اختراقات مهمة. جرى الحصول على نتائج مماثلة من قبل علماء في جامعة يوتاه في العام 2011[6]. وضعوا شبكات يحتوي كل منها على 16 قطبا فوق القشرة الحركية الوجهية (وهي التي تتحكم في حركات الفم والشفتين واللسان والوجه) ومنطقة فيرنيك Wernick's area Wernick التي تعالج المعلومات حول اللغة.

طُلب من الشخص بعد ذلك أن يتفوّه بعشرة كلمات شائعة مثل «نعم» و«لا» و«حارة» و«باردة» و«جائع» و«عطشان» و«مرحبا» و«وداعا» و«أكثر» و«أقل». باستخدام الحاسوب لتسجيل إشارات الدماغ عندما يجري التفوه بهذه الكلمات، استطاع العلماء خلق علاقة واحد لواحد تقريبية بين الكلمات المنطوقة وإشارات الحاسوب من الدماغ. بعد ذلك، عندما نطق المريض كلمات معينة، استطاعوا تحديد كل كلمة بسهولة بدقة تتراوح من 76 في المائة إلى 90 في المائة. الخطوة التالية هي استخدام شبكات بـ 121 قطبا للحصول على استبانة resolution أفضل.

في المستقبل، قد يبرهن هذا الإجراء على فائدته بالنسبة إلى الأفراد الذين يعانون السكتة الدماغية أو أمراضا مقعدة مثل مرض لو غيريغ Lou Gehrig (**) والذين سيستطيعون التكلم باستخدام تقنية الدماغ - حاسوب.

(*) Brain - Machine Interface.

(**) التصلب الجانبي الضموري ALS، هو مرض يصيب العضلات بالشلل، وقد سمي على اسم لاعب كرة البيسبول الأمريكي لو غيريغ.

الطباعة بواسطة الدماغ

في مايو كلينك في مينيسوتا، وصَّل الدكتور جيري شيه مرضى الصرع بحساسات ECOG ليتعلموا الطباعة بواسطة الدماغ. إن معايرة هذا الجهاز بسيطة. يجري إطلاع المريض أولا على سلسلة من الأحرف، ثم يطلب منه التركيز عقليا على كل حرف. يسجل حاسوب الإشارات التي تصدر من الدماغ وهو يمسح كل حرف. وكما في اختبارات أخرى، ما إن يُصنع القاموس الشخصي، تصبح طباعة حرف ما على الشاشة، بمجرد التفكير فيه، أمرا سهلا.

يقول الدكتور شيه مدير المشروع إن دقة آلته هي نحو 100 في المائة. يعتقد الدكتور شيه أن في استطاعته بعد ذلك أن يصنع آلة لتسجيل الصور التي يتخيلها المرضى في عقولهم، وليس الكلمات فقط. يمكن أن تكون لهذا تطبيقات للفنانين والمعماريين، لكن العقبة الكبرى بالنسبة إلى تقنية ECOG كما ذكرنا هي أنها تتطلب فتح أدمغة المرضى(7).

في هذه الأثناء، تدخل آلات الـ EEG الكاتبة السوق التجارية لأنها غير مقتحمة للدماغ. إنها ليست بدقة آلات ECOG الكاتبة وضبطها، لكن ميزتها أنه يمكن بيعها بسهولة. عرضت شركة غوغر للتقنية، الموجودة في النمسا، أخيرا آلة EEG كاتبة في معرض تجاري. وبحسب مسؤوليها، استغرق الأمر 10 دقائق تقريبا كي يتعلم الناس كيف يستخدمون هذه الآلة، ثم كان في استطاعتهم الطباعة بمعدل 5 إلى 10 كلمات في الدقيقة(8).

الإملاء والموسيقى بالتخابر

الخطوة التالية قد تكون نقل محادثات بكاملها، مما يسرع النقل بالتخاطر. لكن المشكلة هي أن هذا يتطلب صنع خارطة شخصية (واحد لواحد) بين آلاف الكلمات وإشاراتها من ECOG وEEG وMRI. لكن لو استطاع المرء، على سبيل المثال، أن يميز إشارات الدماغ لعدة مئات من الكلمات المختارة، فقد يستطيع نقل كلمات بسرعة المحادثة العادية نفسها. ويعني هذا أن المرء سيفكر في الكلمات في جمل وفقرات بكاملها في محادثة، وسيطبعها الحاسوب.

يمكن أن يكون هذا مفيدا جدا للصحافيين، والكتاب، والروائيين، والشعراء الذين

يمكنهم ببساطة التفكير ليقوم الحاسوب بأخذ إملاءاتهم. وسيصبح الحاسوب أيضا سكرتيرة عقلية. سنعطي تعليماتنا عقليا إلى السكرتيرة الآلية حول عشاء أو رحلة بالطائرة أو عطلة، وسترتب هي التفاصيل المتعلقة بالحجوزات كلها.

ليس الإملاء فقط، بل قد يمكن يوما ما صناعة الموسيقى بهذه الطريقة. سيهمهم الموسيقيون ببساطة أغاني في عقولهم، وسيطبعها حاسوب على نوتة موسيقية. لفعل هذا، على الشخص أن يهمهم عقليا بسلسلة من النغمات التي تولد إشارات كهربائية معينة لكل منها. سيُخلق أيضا قاموس لهذه الطريقة، بحيث يطبع الحاسوب نوتة موسيقية حال تفكيرك بها.

في قصص الخيال العلمي، يتواصل المتخاطرون غالبا عابرين حواجز اللغة، لأن الأفكار تعتبر عالمية. لكن ربما كان هذا غير صحيح. قد تكون العواطف والمشاعر غير لفظية وعامة، بحيث يمكن لشخص ما أن يرسلها بالتخاطر لأي شخص آخر، لكن التفكير العقلاني متعلق عن كثب باللغة، بحيث من غير المحتمل أن ترسل أفكار معقدة متخطية حواجز اللغة. ستظل الكلمات ترسل بالتخاطر بلغتها الأصلية.

خوذ للتخاطر

في قصص الخيال العلمي، نصادف غالبا أيضا خوذا للتخاطر. ضعها على رأسك ومرحى! يمكنك قراءة أفكار الناس الآخرين. في الحقيقة، فقد أبدى الجيش الأمريكي اهتمامه بهذه التقنية. تحت قتال بالنيران وانفجارات تدوي ورصاص يئز فوق الرؤوس يمكن لخوذة التخاطر أن تنقذ حياتك، لأنه قد يكون من الصعب إيصال الأوامر ضمن صوت المعركة وصخبها. (أستطيع أن أشهد على ذلك شخصيا. فقد خدمت منذ سنوات خلال الحرب الفيتنامية في المشاة في فورت بينينغ خارج أتلانت، جورجيا. وخلال تمرين بالمدافع الرشاشة، كان صوت القنابل اليديوية، وزخ الرصاص المنطلق في ساحة المعركة بالقرب من أذني، مدويا، كان من القوة بحيث لم أستطع سماع أي شيء آخر. بعد ذلك كان هناك رنين في أذني دام لمدة 3 ايام كاملة). وبوضع خوذة تخاطر، يمكن لجندي أن يتواصل عقليا مع فرقته وسط كل الضجة والصخب.

أخيرا قدم الجيش منحة بـ 6.3 مليون دولار إلى السيد غيروين شولك، في كلية

ألباني الطبية، على الرغم من أن خوذة تخاطر فعالة تماما ماتزال أمرا بعيد المنال ولسنوات عدة. تتطلب تجارب الدكتور شولك بتقنية الـ ECOG التي رأيناها مسبقا وضع شبكة من الأقطاب فوق المخ المفتوح مباشرة. بهذه الطريقة، تتمكن حاسباته من إدراك أحرف صوتية و36 كلمة منفردة داخل العقل المفكر. وصلت الدقة في بعض تجاربه إلى 100 في المائة. لكن في الوقت الحالي، مازالت هذه الطريقة غير عملية للجيش الأمريكي، لأنها تتطلب إزاحة جزء من الجمجمة في بيئة المستشفى النظيفة والمعقمة. وحتى في هذه الأجواء، فإن إدراك أحرف صوتية وحفنة من الكلمات مازال بعيدا عن إرسال رسائل ضرورية إلى مركز القيادة خلال قتال بالنيران. لكن هذه التجارب على الـ ECOG أوضحت أنه من الممكن التواصل عقليا في ساحة المعركة.

هناك طريقة أخرى يجري اختبارها من قبل الدكتور ديفيد بوبيل من جامعة نيويورك(9). بدلا من فتح جماجم الأشخاص، يستخدم تقنية الـ MEG، مستخدما نبضات ضئيلة من الطاقة المغناطيسية بدلا من أقطاب لخلق شحنات كهربائية في الدماغ. إضافة إلى أنها تقنية غير مقتحمة، فإن ميزة تقنية الـ MEG هي أنه من الممكن قياس النشاط العصبي المتحرك بدقة، بالمقارنة مع مسوحات الـ MRI الأبطأ. في تجاربه، تمّكن بوبيل بنجاح من أن يسجّل نشاطا كهربائيا في القشرة السمعية عندما يفكر الناس بصمت في كلمة معينة. لكن العقبة هي أن هذا التسجيل مازال يتطلب استخدام آلات كبيرة بحجم طاولة لتوليد نبضة مغناطيسية.

من الواضح أننا في حاجة إلى آلة غير مقتحمة للدماغ، وقابلة للحمل، ودقيقة. يأمل الدكتور بوبيل أن تتمم جهوده على تقنية الـ MEG العمل الذي يجري على مجسات EEG. لكن خوذ التخاطر الحقيقية مازالت بعيدة المنال لعدة سنوات أخرى، لأن مسوحات MEG وEEG تفتقر إلى الدقة.

الرنين المغناطيسي MRI ضمن هاتف خليوي

في الوقت الحاضر، تعيقنا الطبيعة البدائية نسبيا للآلات المتوافرة. لكن مع مرور الزمن، ستفحص أجهزة أكثر تطورا صورا أعمق في الدماغ. ربما سيكون الاختراق الكبير التالي عبارة عن آلات MRI محمولة باليد.

السبب في ضخامة آلات MRI الحالية هو أنها تحتاج إلى حقل مغناطيسي متجانس للحصول على استبانة جيدة. فكلما كبر المغناطيس أصبح الحقل أكثر تجانسا، وكانت الصور النهائية أكثر دقة. مع ذلك، فإن الفيزيائيين يعرفون الخصائص الرياضية الدقيقة للحقول المغناطيسية (استنتجها الفيزيائي جيمس كلارك ماكسويل في ستينيات القرن التاسع عشر). في العام 1993، صنع الدكتور بيرنارد بلوميش وزملاؤه في ألمانيا أصغر آلة MRI في العالم، والتي كانت بحجم حقيبة يد [10]. كانت تستخدم حقلا مغناطيسيا ضعيفا ومشوها، لكن الحواسب العملاقة تستطيع تحليل الحقل المغناطيسي وإجراء التصحيح بحيث ينتج الجهاز صورا حقيقية ثلاثية الأبعاد. وبما أن قوة الحاسوب تتضاعف مرة كل سنتين تقريبا، فهي الآن قوية بما يكفي لتحليل الحقل المغناطيسي الناتج عن جهاز بحجم حقيبة اليد وتعويض التشوه.

وكعرض لآلتهم، استطاع الدكتور بلوميش وزملاؤه في العام 2006 أن يلتقطوا مسوحات MRI لأوتسي، «رجل الجليد» الذي كان مجمدا في الجليد منذ 5300 سنة منذ نحو نهاية العصر الجليدي الأخير. ولأن أوتسي كان متجمدا في وضعية صعبة، وذراعاه مفتوحتين، كان من الصعب حشره داخل الأسطوانة الصغيرة لآلة MRI التقليدية، لكن آلة الدكتور بلوميش المحمولة أخذت صور الـ MRI بسهولة.

يقدر هؤلاء الفيزيائيون أنه مع زيادة قدرة الحاسوب، قد تصبح آلة MRI في المستقبل بحجم هاتف خليوي. يمكن إرسال البيانات الخام من هذا الهاتف الخليوي لاسلكيا إلى حاسوب عملاق يعالج البيانات من الحقل المغناطيسي الضعيف ثم يخلق صورة ثلاثية الأبعاد (يمكن تعويض ضعف الحقل المغناطيسي بزيادة قوة الحاسوب). يمكن لهذا بعد ذلك أن يسرع البحث العلمي. قال الدكتور بلوميش «ربما لن يكون شيء يشبه المسجل الثلاثي في مسلسل ستار ترك أمرا بعيدا جدا» (المسجل الثلاثي عبارة عن جهاز مسح صغير يحمل باليد ويعطي تشخيصا فوريا لأي مرض). في المستقبل، ربما ستكون لديك قدرة حاسوبية أكبر في خزانة أدويتك مما هو متوافر في مستشفى جامعي حديث اليوم. وبدلا من الانتظار للحصول على إذن من مستشفى أو جامعة لاستخدام آلة MRI مكلفة، يمكنك جمع بيانات في غرفة الاستراحة بمجرد تلويح جهاز الـ MRI المحمول فوق رأسك، ثم إرسال النتائج بالبريد الإلكتروني إلى مخبر لتحليلها.

يمكن أن يعني هذا أيضا أنه في لحظة ما في المستقبل ربما ستصبح خوذة التخاطر بواسطة الـ MRI ممكنة، باستبانة أدق بكثير من مسح الـEEG . وإليكم طريقة عملها في العقود المقبلة. داخل الخوذة، ستكون هناك ملفات كهرطيسية لإنتاج حقل مغناطيسي ضعيف ونبضات راديوية تمسح الدماغ. سترسل إشارات الـ MRI الخام إلى حاسوب بحجم الجيب موضوع في حزامك. ستبث المعلومات بعد ذلك بالراديو إلى مخدم موجود بعيدا في ساحة المعركة. ستتم المعالجة النهائية للبيانات بواسطة حاسوب فائق في مدينة بعيدة. ثم سيعاد بث الرسالة راديويا إلى قواتك في ساحة المعركة. وسيسمع الجنود الرسالة إما عبر مكبرات الصوت، وإما من خلال أقطاب في القشرة السمعية لأدمغتهم.

وكالة داربا والتطوير البشري

باعتبار كلفة هذه البحوث كلها، من المشروع السؤال: من الذي يدفع لهذه البحوث؟ أظهرت الشركات الخاصة اهتماما أخيرا فقط بهذه التقنية الحديثة، لكن مازال تمويل هذه البحوث بالنسبة إليها مغامرة قد لا تنجح. بدلا من ذلك فإن أحد ممولي البحوث الرئيسين هي وكالة مشاريع البحوث الدفاعية المتقدمة التابعة للبنتاغون (داربا Darba)، والتي كانت رائدة في تطوير بعض أهم التقنيات في القرن العشرين.

أسست داربا في البداية من قبل الرئيس دوايت إيزنهاور، بعد أن أذهل الروس العالم بإرسالهم سبوتنيك إلى مدار حول الأرض في العام 1957. مدركا أن الاتحاد السوفييتي قد يسبق الولايات المتحدة بسرعة في مجال التقنية العالية، أسس إيزنهاور بسرعة هذه الوكالة ليبقي البلد منافسا للروس. خلال السنوات، نمت المشاريع العديدة التي بدأتها لتصبح ضخمة جدا، بحيث أصبحت مشاريع مستقلة في حد ذاتها. وكانت وكالة ناسا إحدى أولى مشاريعها.

تبدو خطة داربا الاستراتيجية وكأنها من روايات الخيال العلمي: «قانونها الوحيد هو الاختراع الأصيل» التبرير الوحيد لوجودها هو «تسريع تحقيق المستقبل»[11]. يدفع علماء داربا باستمرار حدود ما هو ممكن فيزيائيا. وكما يقول موظف داربا السابق، مايكل غولدبلات، فهم يحاولون عدم اختراق قوانين الفيزياء «من دون تعمد منهم على الأقل. أو على الأقل من دون اختراق أكثر من قانون واحد لكل برنامج».

لكن ما يفصل داربا عن الخيال العلمي هو سجلها المذهل عبر السنين. كانت آربانت Arpanet أحد مشاريعها الأولية في ستينيات القرن الماضي، والتي كانت عبارة عن شبكة اتصالات لاسلكية لوصل العلماء والموطفين إلكترونيا خلال الحرب العالمية الثالثة وبعدها. في العام 1989 قررت مؤسسة العلوم الوطنية، في ضوء تفكك كتلة الاتحاد السوفييتي، أن من غير الضروري إبقاءها سرية، لذا فقد أزاحت الستار عن هذا المشروع برموزه ومخططاته وبالمجان. أصبحت الأربانت في النهاية هي الإنترنت.

عندما احتاجت القوات الجوية الأمريكية طريقة لتوجيه صواريخها الباليستية في الفضاء، ساعدت داربا في إنشاء المشروع 57، وهو مشروع سري جدا صمم لإلقاء قنابل هيدروجينية على مستودعات الصواريخ السوفييتية المقواة في حالة حدوث تبادل نووي. سيصبح هذا المشروع بعد ذلك أساس النظام العالمي لتحديد الموقع GPS. وبدلا من توجيه الصواريخ، فإنه اليوم يرشد السائقين التائهين.

كانت داربا لاعبا رئيسا في مجموعة من الاختراعات التي غيرت القرن العشرين والقرن الحادي والعشرين. بما في ذلك الهواتف الخليوية، ونظارات الرؤية الليلية، والتطورات في حقل الاتصالات، وأقمار رصد الطقس. سنحت لي الفرصة للتفاعل مع علماء داربا وموظفيها في مناسبات عدة. جلست على الغداء مرة مع أحد رؤساء الوكالة السابقين في حفل استقبال مملوء بالعلماء والمستقبليين[12]. سألته سؤالا حيرني دوما: لماذا علينا الاعتماد على الكلاب لشم أمتعتنا ومعرفة وجود متفجرات قوية؟ بالتأكيد فإن مجساتنا حساسة بما يكفي لالتقاط البصمة الدالة على المواد الكيميائية المتفجرة. أجاب بأن داربا قد بحثت جديا في هذا السؤال نفسه، لكنها اصطدمت ببعض المشاكل التقنية الصعبة. تطورت حواس الشم لدى الكلاب، كما قال، خلال ملايين السنين كي تكتشف بضعة جزيئات، وهذا النوع من الحساسية يصعب التوصل إليه حتى بأكثر حساساتنا دقة. من المحتمل أننا سنظل نعتمد على الكلاب في المطارات للمستقبل المنظور.

في مناسبة أخرى، حضر فريق من فيزيائيي داربا محاضرة قدمتها حول مستقبل التقنية[13]. سألتهم بعدها إذا كانت لديهم أي متاعب خاصة بهم. أحد المتاعب كما قالوا لي كانت صورتهم لدى الناس. لم يسمع معظم الناس على الإطلاق بداربا، لكن

بعضهم يربط هذه المؤسسة بمؤامرات حكومية مظلمة وخبيثة، من التغطية على وجود صحون طائرة UFO، والمنطقة 51، وروزويل(*)، إلى التحكم بالطقس... إلخ. تنهدوا. لو كانت هذه الإشاعات حقيقية، لاستطاعوا الاستعانة بتقنية فضائية غريبة لتطوير بحوثهم!

بميزانية تبلغ 3 مليارات دولار، توجه داربا أنظارها الآن إلى التفاعل بين الآلة والدماغ. وعند مناقشة التطبيقات المحتملة، يدفع مسؤول داربا السابق مايكل غولدبلات حدود التخيل. يقول «تصور لو استطاع الجنود التواصل عن طريق التفكير فقط... تصور ألا يمثل الهجوم البيولوجي تهديدا فعالا. وتصور للحظة عالما يكون فيه التعلم سهلا كالأكل، ويكون تعويض الأعضاء المعطوبة في الجسم بسهولة شراء وجبة طعام وأنت تقود السيارة. مهما بدت هذه التصورات مستحيلة أو صعبة بالنسبة إليك، فإن هذه الرؤى هي العمل اليومي لمكتب العلوم الدفاعية (وهو فرع من داربا)»[14].

يعتقد غولدبلات أن المؤرخين سيستنتجون أن إرث داربا على المدى الطويل كان لمصلحة التطور البشري، «قوتنا التاريخية في المستقبل». يلاحظ أن شعار الجيش الشهير «كن كل ما يمكنك أن تكونه» يأخذ معنى جديدا عند تأمل تأثيرات التطور البشري. ربما ليس من المصادفة أن يدفع مايكل غولدبلات تطور البشر بهذه القوة في داربا. فابنته تعاني الشلل الدماغي cerebral palsy أقعدها في كرسي متحرك طوال عمرها. وبما أنها تحتاج إلى مساعدة خارجية، فقد أدى مرضها إلى تعطيلها، لكنها تغلبت دوما على هذا العائق. ستلتحق بالجامعة وتحلم بإنشاء شركتها الخاصة. يعترف غولدبلات بأن ابنته هي ملهمته. وكما لاحظ محرر الواشنطن بوست جويل غارو «ما يفعله هو إنفاق ملايين لا تعد من الدولارات لخلق ما سيكون ربما الخطوة التالية في التطور البشري. ومع ذلك خطر له أن التقنية التي يساعد في خلقها ربما ستسمح لابنته يوما ما ليس بالسير فقط، بل بالتفوق أيضا»[15].

(*) المنطقة «51» اسم شائع لقاعدة عسكرية في ولاية نيفادا الأمريكية، أحاطت بها نظريات المؤامرة والشائعات عن كونها مقرا لأنشطة الكائنات الفضائية، وحادثة روزويل كانت في العام 1947، عندما تحطم منطاد عسكري في مزرعة بولاية نيو مكسيكو، فدارت حول الحدث شائعات مشابهة ادعت أن ما تحطم هو مركبة فضائية، متهمة الحكومة الأمريكية بالتستر على الحقيقة. [المحررة].

قضايا الخصوصية

عند سماع الإنسان العادي لأول مرة بآلات لقراءة العقل ربما سينتابه القلق حول مسألة الخصوصية. فكرة أن هناك آلة مخبأة في مكان ما قد تقرأ أفكارنا الحميمة من دون إذننا هي أمر مثير للقلق. يشتمل الوعي البشري، كما أكدنا مسبقا، على عمليات مستمرة لتمثيل المستقبل. ولكي تكون هذه التمثيلات صحيحة، نتخيل أحيانا سيناريوهات تندرج تحت الإطار غير القانوني وغير الأخلاقي، وسواء تصرفنا بناء على هذه الخطط أم لا، فإننا نفضل أن نبقيها خاصة.

بالنسبة إلى العلماء، ستكون الحياة أسهل لو أنهم استطاعوا قراءة أفكار الناس من بُعد باستخدام أجهزة محمولة (بدلا من استخدام خوذ ثقيلة أو فتح الجمجمة بعملية جراحية)، لكن قوانين الفيزياء تجعل هذا صعبا جدا.

عندما سألت الدكتور نيشيموتو، الذي يعمل في مختبر الدكتور غالانت في بيركلي، بشأن مسألة الخصوصية، ابتسم وأجاب بأن إشارات الراديو تتخرب بسرعة كبيرة خارج الدماغ، لذا ستكون هذه الإشارات منتشرة جدا وضعيفة ليكون لها أي معنى لشخص يقف على بُعد أكثر من عدة أقدام عنها[16] (في المدرسة، تعلمنا قوانين نيوتن وأن الجاذبية تتناقص وفق مربع المسافة، بحيث إذا ضاعفت مسافتك من نجم ما، فإن حقل الجاذبية يتناقص بمعامل 4 مرات. لكن الحقول المغناطيسية تتناقص بسرعة أكبر من مربع المسافة. تتناقص معظم الإشارات بمكعب المسافة أو مضاعفها التربيعي، لذا إذا ضاعفت المسافة من آلة MRI، ينخفض الحقل المغناطيسي بمعامل 8 أو أكثر).

أكثر من ذلك، ستكون هناك تداخلات من العالم الخارجي، والتي يمكن لها أن تغطي على الإشارات التي تأتي من الدماغ. ولذلك، يحتاج العلماء إلى ظروف مخبرية مضبوطة لإجراء بحوثهم، وحتى في هذه الشروط يستطيعون استخلاص بضعة حروف وكلمات أو صور فقط من دماغ يفكر في لحظة ما. ليست التقنية كافية لتسجيل التيار المتدفق من الأفكار التي غالبا ما تدور في دماغك، فنحن نفكر في حروف وكلمات وعبارات ومعلومات حسية كثيرة في وقت واحد. لذا فاستخدام هذه الآلات لقراءة العقل، كما يحدث في الأفلام، ليس ممكنا اليوم، ولن يكون لعقود مقبلة.

ستتطلب مسوحات الدماغ على المدى المنظور شروطا مخبرية للوصول إلى الدماغ البشري. لكن في الحالة غير المحتملة جدا، وهي أن يتمكن شخص ما في المستقبل من إيجاد طريقة لقراءة الأفكار من بعد، فمازالت هناك إجراءات مضادة يمكنك أخذها. للحفاظ على سرية أكثر أفكارك أهمية، يمكنك أن تستخدم درعا لمنع موجات الدماغ من الدخول إلى الأيدي الخطأ. يمكن فعل هذا بشيء يدعى قفص فاراداي، الذي اخترعه الفيزيائي البريطاني العظيم مايكل فاراداي في العام 1836، على رغم أن هذا التأثير لوحظ لأول مرة من قبل بنجامين فرانكلين. بشكل مبسط، ستنتشر الشحنات الكهربائية بسرعة حول قفص معدني، بحيث إن الحقل الكهربائي ضمن القفص يساوي الصفر. لتوضيح ذلك، دخل فيزيائيون (مثلي) قفصا معدنيا أطلقت عليه شحنات كهربائية ضخمة. وللعجب، لم نخدش. وهذا هو السبب في أن الطائرات يمكن أن تضرب بصاعقة من غير أن تتأثر، وفي أن أسلاك الكابلات مغطاة بخيوط معدنية. بالمثل، يمكن أن تتألف الدرع التخاطرية من غلاف معدني نحيف يوضع حول الدماغ.

التخاطر عبر مجسات نانوية في الدماغ

هناك طريقة أخرى لحل موضوع الخصوصية جزئيا، وكذلك صعوبة وضع مجسات ECOG في الدماغ. في المستقبل، ربما يكون من الممكن استغلال التقنية النانوية، وهي القدرة على التحكم في الذرات المفردة، لوضع شبكة من المجسات النانوية في الدماغ يمكنها تسجيل أفكارنا. يمكن لهذه المجسات النانوية أن تصنع من أنابيب كربونية نانوية، تنقل التيار الكهربائي، وهي رقيقة إلى الحد الذي تسمح به قوانين الفيزياء الذرية. تصنع هذه الأنابيب النانوية من ذرات كربونية منفردة تصف في أنبوب بثخن عدة جزيئات (إنها موضع اهتمام علمي شديد، ويتوقع لها في العقود المقبلة أن تغير الطريقة التي يفحص بها العلماء الدماغ).

ستوضع المجسات النانوية بالضبط في تلك المناطق من الدماغ المخصصة لأنشطة معينة. ومن أجل نقل الكلام واللغة ستوضع في الفصوص الجانبية اليسرى. ومن أجل معالجة الصور المرئية، ستوضع في المهاد والقشرة البصرية. سترسل العواطف عبر مجسات نانوية في اللوزة والنظام الصدغي. سترسل الإشارات

من هذه المجسات النانوية إلى حاسوب صغير سيعالج الإشارات ويرسلها برقيا إلى مخدم، ومنه إلى الإنترنت.

ستحل قضايا الخصوصية جزئيا، بما أنه سيمكنك التحكم تماما في وقت إرسال أفكارك عبر الكابلات أو الإنترنت. يمكن اكتشاف الإشارات الراديوية من قبل أي شخص يقف في الجوار ومعه لاقط، لكن لا يمكن فعل ذلك للإشارات الكهربائية التي ترسل عبر الكابل. ستحل أيضا مشكلة فتح الجمجمة لاستخدام شبكات ECOG معقدة، لأن من الممكن حشر المجسات النانوية بواسطة جراحة ميكروية.

تنبأ بعض كتاب الخيال العلمي أن الأطفال عندما يولدون في المستقبل، ربما ستحشر هذه المجسات النانوية في أدمغتهم من دون ألم، بحيث يصبح التخاطر أسلوبا في الحياة بالنسبة إليهم. في مسلسل ستار ترك على سبيل المثال، تحشر مجسات بشكل روتيني في أطفال المدينة عند ولادتهم، بحيث يستطيعون التخاطر مع الآخرين. لا يمكن لهؤلاء الأطفال أن يتصوروا عالما ليس فيه تخاطر. سوف يفترضون أن التخاطر هو أمر عادي.

لأن هذه المجسات النانوية ضئيلة جدا، فستكون غير مرئية بالنسبة إلى العالم الخارجي، وبالتالي لن يكون هناك عزل اجتماعي؟ على الرغم من أن المجتمع قد يأنف من فكرة حشر مجسات بشكل دائم في الدماغ، فإن كتاب الخيال العلمي هؤلاء يفترضون أن الناس سيعتادون على الفكرة لأن المجسات النانوية ستكون مفيدة جدا لهم، تماما كما يقبل المجتمع اليوم أطفال الأنابيب بعد النقاش الأولي الذي دار حولهم.

قضايا قانونية

لن يكون السؤال في المستقبل المنظور عما إذا استطاع شخص أن يقرأ أفكارنا سرا من جهاز مُخفَى بعيدا، لكن فيما إذا كنا سنسمح بإرادتنا أن تسجل أفكارنا. ما الذي سيحدث عندئذ لو أن شخصا منحرفا توصل من دون إذن إلى هذه الملفات؟ يثير هذا قضية أخلاقية، لأننا لا نريد أن تقرأ أفكارنا من دون إراداتنا. يقول الدكتور برايان باسلي «هناك مخاوف أخلاقية، ليس بالنسبة إلى البحث العلمي الحالي، لكن بالنسبة إلى امتداداته المحتملة. يجب أن يكون هناك توازن. لو استطعنا بطريقة ما

فك شفرة أفكار شخص ما فورا، ربما ستكون لذلك فوائد عظيمة بالنسبة إلى الآلاف من الناس المعاقين جسديا الذين لا يستطيعون التواصل الآن. لكن من جهة أخرى، هناك مخاوف كبيرة لو طبق هذا على أناس لا يريدون ذلك»[17].

لا تكاد تصبح قراءة أفكار الناس وتسجيلها ممكنة، حتى تبرز أسئلة أخلاقية وقانونية أخرى. وهو ما يحدث كلما أدخلت تقنية جديدة. وتاريخيا، يستغرق الأمر غالبا سنوات قبل أن يتمكن القانون من معالجة تأثيراتها.

على سبيل المثال، ربما تجب إعادة صياغة قوانين الحقوق الفكرية. ما الذي يحدث لو أن شخصا سرق اختراعك بقراءة أفكارك؟ هل يمكنك إصدار براءة اختراع لأفكارك؟ ومن الذي يمتلك الفكرة حقا؟

مشكلة أخرى تحدث إذا تعلق الموضوع بالحكومة. وكما قال جون بارلو، وهو شاعر ومؤلف أغانٍ لفرقة غريتفل ديد، «الاعتماد على الحكومة لحماية خصوصيتك مثل الطلب من إنسان فضولي تركيب ستائر لنافذتك». هل سيُسمح للشرطة بأن تقرأ أفكارك عندما تُستجوب؟ تصدر المحاكم بالفعل أحكاما في قضايا حيث يرفض المتهم تقديم الـ «د. ن. أ» كدليل. في المستقبل، هل سيُسمح للحكومة بأن تقرأ أفكارك من دون موافقتك، وإذا كان الأمر كذلك، هل ستكون مقبولة في المحاكم؟ ما مدى وثوقيتها؟ بالطريقة نفسها التي تقيس فيها آلة MRI لكشف الكذب زيادة في نشاط الدماغ فقط، من الجدير بالملاحظة أن التفكير في الجريمة وتنفيذها أمران مختلفان. خلال الاستجواب، ربما يحاجج محامي الدفاع أن تلك الأفكار كانت مجرد عبث فوضوي ولا شيء أكثر.

تتعلق منطقة رمادية أخرى بحقوق الناس المشلولين. لو أرادوا كتابة وصية أو وثيقة قانونية، فهل يكون المسح الدماغي كافيا لإصدار وثيقة قانونية؟ افترض أن لشخص مشلول كليا عقلا قويا ونشطا، ويريد أن يوقع عقدا أو يدير أمواله. هل هذه الوثائق قانونية، مع أن التقنية ربما ليست كاملة؟

ليس هناك قانون في الفيزياء يمكنه حل هذه الأسئلة الأخلاقية. في النهاية، مع نضج هذه التقنيات، يجب أن تحل هذه القضايا في المحاكم من قبل القضاة والمحلفين.

حتى ذلك الوقت، ربما على الحكومات والمؤسسات اختراع طرق جديدة لمنع التجسس العقلي. أصبح التجسس الصناعي مسبقا صناعة تقدر بملايين الدولارات،

حيث تبني الحكومات والمؤسسات «غرفا آمنة» غالية الثمن مسحت ضد أجهزة التنصت. في المستقبل (بافتراض إمكانية تصميم طريقة لسماع موجات الدماغ من مسافة)، ربما يجب تصميم غرف آمنة بحيث لا تتسرب إشارات الدماغ مصادفة منها إلى العالم الخارجي. ستكون هذه الغرف الآمنة محاطة بجدران معدنية، وستشكل قفص فاراداي يحمي الغرفة من العالم الخارجي.

في كل مرة استُخدم فيها نوع جديد من الأشعة، حاول الجواسيس استخدامها للتجسس، وربما لن تكون موجات الدماغ استثناء عن ذلك. تتعلق أشهر حالة بجهاز أشعة ميكروية صغير خبئ في الختم العظيم للولايات المتحدة(*) في السفارة الأمريكية في موسكو. من العام 1945 حتى العام 1952، كان هذا الجهاز يصدر رسائل على درجة عالية من السرية من ديبلوماسيين أمريكيين مباشرة إلى السوفييت. حتى خلال أزمة برلين في العام 1948 والحرب الكورية، استخدم السوفييت هذا الجهاز لفك شفرة ما تخطط له الولايات المتحدة. ربما كان ليستمر في تسريب أسرار حتى اليوم، مغيرا مسار الحرب الباردة والتاريخ العالمي، لكنه اكتشف مصادفة عندما سمع مهندس بريطاني محادثات سرية على موجة مفتوحة للراديو. صدم المهندسون الأمريكيون عندما فككوا التنصت؛ لقد فشلوا في اكتشافه سنوات لأنه كان محايدا، ولا يتطلب مصدرا للطاقة (تجنب السوفييت اكتشافه بمهارة لأن الجهاز كان ينشط بأشعة ميكروية من مصدر بعيد). من المحتمل أن تصنع أجهزة تجسس في المستقبل لتفسير موجات الدماغ أيضا.

على الرغم من أن قدرا كبيرا من هذه التقنية مازال بدائيا، فإن التخاطر يتحول ببطء إلى حقيقة في الحياة. في المستقبل، ربما سنتفاعل مع العالم عبر العقل. لكن العلماء يودون أن يمضوا إلى أبعد من مجرد قراءة العقل، والتي هي عملية حيادية. إنهم يؤيدون دورا فاعلا – لتحريك الأجسام بالعقل. فالتحريك بالعقل قوة عزيت عادة إلى الآلهة. إنها القدرة الإلهية على تشكيل الحقيقة بحسب ما تريد. إنها التعبير الأعلى عن أفكارنا ورغباتنا.

وسنحصل عليها قريبا.

(*) Great Seal of the United States، هو الختم الذي تستخدمه الحكومة الأمريكية للمصادقة على الوثائق الرسمية، وقد استُخدم للمرة الأولى في العام 1782. [المحررة].

مهمة المستقبل أن يكون خطيرا.. إن التطورات الرئيسة في الحضارة هي تلك التي كادت تدمر المجتمعات التي حدثت فيها .

ألفرد نورث وايتهيد

4

التحريك بالدماغ: العقل يتحكم في المادة

«ربما تغير الشبكة الدماغية مسار الحضارة نفسها. ففي كل مرة يطور فيها نظام اتصال جديد، فإنه يسرع تغيرات في المجتمع بشكل لا رجعة فيه، ناقلا إيانا من حقبة إلى أخرى».

كاثي هاتشينسون حبيسة جسدها

شلت منذ 14 عاما إثر نوبة حادة. كمريضة مشلولة الأطراف فإنها تشبه آلاف المرضى «المحبوسين» الذين فقدوا التحكم في معظم عضلاتهم ووظائف أجسامهم. تستلقي معظم اليوم بلا حول ولا قوة، وتتطلب عناية طبية مستمرة، ومع ذلك فعقلها سليم. إنها سجينة جسدها.

لكن في مايو 2012، تغيّرت حظوظها بشكل جذري. وضع علماء في جامعة براون شريحة ضئيلة فوق دماغها، دعيت برين غيت (بوابة الدماغ)، موصولة بأسلاك إلى حاسوب. نقلت إشارات من دماغها عبر حاسوب إلى ذراع ميكانيكية إنسالية. وبمجرد التفكير، تعلمت تدريجيا التحكم في حركة الذراع، بحيث تستطيع على سبيل المثال

الإمساك بعلبة شراب ورفعها إلى فمها. ولأول مرة استطاعت التحكّم قليلا في العالم من حولها.

ولأنها مشلولة ولا تستطيع الكلام، كان عليها إيصال حماسها بتحريك عينيها. يتقفّى جهازٌ ما حركات عينيها ثم يترجمها إلى رسالة مطبوعة. عندما سئلت كيف تشعر، بعد أن حبست لأعوام ضمن هيكل دعي جسمها، أجابت «رائعة!»، متطلعة إلى اليوم الذي توصل فيه بقية أعضائها إلى دماغها عبر الحاسوب، وأضافت «أتمنى الحصول على ساق إنسانية»[1]. قبل إصابتها كانت تحب الطبخ والعناية بحديقتها. «أعلم أن هذا سيحدث يوما ما»، أضافت. ووفق المعدل الذي يتطور به حقل الأطراف الصناعية السبرانية، ربما ستحقق أمنيتها قريبا.

صنع البروفيسور جون دونهيو وزملاؤه في جامعة براون، وأيضا في جامعة يوتاه، حساسا Sensor صغيرا يعمل كجسر إلى العالم الخارجي لأولئك الذين لا يستطيعون التواصل. عندما قابلته أخبرني «أخذنا حساسا ضئيلا، بحجم حبة أسبرين الرضع، أو 4 مم، ثم زرعناه على سطح الدماغ. وبسبب «الشعرات» الـ 96 الضئيلة، أو الأقطاب التي تلتقط نبضات الدماغ، فهو يستطيع التقاط إشارات تتعلق بنيتك في تحريك ذراعك. استهدفنا الذراع بسبب أهميتها»[2]. ولأن القشرة الحركية قد مسحت بعناية خلال العقود الماضية، من الممكن وضع الشريحة مباشرة فوق العصبونات التي تتحكم في أعضاء معينة.

مفتاح «برين غيت» هو في ترجمة إشارات عصبية من الشريحة إلى أوامر مفهومة يمكنها تحريك أشياء في العالم الحقيقي، بدءا بمشيرة شاشة الحاسوب. أخبرني دونهيو أنه يفعل ذلك بالطلب من المريض أن يتخيل تحريك المشيرة لشاشة حاسوب بطريقة ما، على سبيل المثال تحريكها إلى اليمين. يستغرق الوقت بضع دقائق لتسجيل إشارات الدماغ المتعلقة بهذه المهمة. بهذه الطريقة يدرك الحاسوب أنه كلما اكتشف إشارة دماغية كهذه، عليه أن يحرّك المشيرة إلى اليمين.

لذا، كلما فكر ذلك الشخص في تحريك المشيرة إلى اليمين، فإن الحاسوب يحرك المشيرة بالفعل في ذلك الاتجاه. وبهذه الطريقة تصبح لدينا خارطة واحد لواحد بين أفعال معينة يتخيلها المريض والعمل الفعلي نفسه. يمكن للمريض أن يبدأ بالتحكم في حركة المشيرة فورا وعمليا من المحاولة الأولى.

تفتح «برين غيت» الباب لعالم جديد من الأطراف الصناعية العصبية، مما يسمح لشخص مشلول بأن يحرك أعضاء اصطناعية بواسطة العقل. إضافة إلى ذلك، يسمح للمريض بالتواصل مباشرة مع من يحبهم. صممت النسخة الأولى للشريحة التي اختبرت العام 2004 بحيث يمكن لمرضى مشلولين التواصل مع حاسوب محمول. مباشرة بعد ذلك، بدأ هؤلاء المرضى يجولون في الإنترنت ويقرأون البريد الإلكتروني ويكتبونه، ويتحكمون في كراسيهم المتحركة.

في زمن أقرب، ألصق عالم الكونيات ستيفن هوكينغ جهازا لأطراف صناعية عصبية بنظاراته. ومثل حساس EEG، أمكنه وصل أفكاره إلى حاسوب بحيث حافظ على بعض التواصل مع العالم الخارجي. هذا الجهاز مازال بدائيا لكن أجهزة مشابهة له ستصبح في النهاية أكثر تطورا بقنوات أكثر وحساسية أقوى.

كل هذا، كما أخبرني الدكتور دونهيو، سيكون له تأثير عميق في حياة هؤلاء المرضى: «الشيء المفيد الآخر هو أنه يمكنك وصل هذا الحاسوب بأي جهاز – محمّص خبز أو صانع قهوة أو مكيّف أو مفتاح كهربائي أو آلة كاتبة. من السهل جدا فعل هذه الأشياء في هذه الأيام، وهي غير مكلفة. بالنسبة إلى مصاب بشلل الأطفال لا يمكنه التجول، سيمكنه تغيير قنوات التلفاز وفتح الضوء وفعل هذه الأشياء كلها من دون مساعدة شخص آخر في الغرفة. في النهاية، سيتمكن من فعل أي شيء يمكن لشخص عادي أن يفعله عبر الحاسوب.

إصلاح أعطاب النخاع الشوكي

يدخل عدد من مجموعات البحث الأخرى هذا الحقل. أحرز اختراقا آخر علماء في جامعة نورث وسترن أوصلوا دماغ قرد مباشرة إلى ذراعه، متجاوزين نخاعه الشوكي المعطوب. في العام 1995 حدثت القصة الحزينة لكريستوفر ريف، الذي حلق عاليا في أفلام السوبرمان، لكنه شلّ كليا بسبب إصابة نخاعه الشوكي. لسوء الحظ فقد سقط من فوق صهوة جواد ووقع على رقبته، بحيث أعطب النخاع الشوكي تحت رأسه مباشرة. لو أنه عاش فترة أطول فلربما رأى عمل العلماء الذين يودون استخدام الحاسوب للحلول محل نخاع شوكي معطوب. في الولايات المتحدة وحدها هناك أكثر من مائتي ألف شخص لديهم نوع من العطب في نخاعهم الشوكي(3). في وقت أبكر،

ربما مات هؤلاء بعد الحادث بوقت قصير. لكن بسبب التطورات في معالجة هذه الحالات الحادة فإن عدد الأشخاص الذين يبقون على قيد الحياة من تلك الإصابات ازداد في السنوات الأخيرة. نصاب بالهلع من صور آلاف المحاربين الجرحى الذين كانوا ضحايا قنابل على الطرق في العراق وأفغانستان. ولو أضفت عدد المرضى المشلولين بالنوبات والأمراض الأخرى، مثل التصلب الجانبي الضموري amyotrophic lateral sclerosis ALS، فإن عدد المرضى سيرتفع إلى المليونين.

استخدم العلماء في جامعة نورث ويسترن شريحة بمائة قطب، وضعت فوق دماغ القرد مباشرة. سجلت الإشارات من الدماغ بعناية مع التقاط القرد لكرة ورفعها ثم إطلاقها في أنبوب. وبما أن كل مهمة تتعلق بإطلاق محدد للعصبونات، أمكن للعلماء تدريجيا فك شفرة هذه الإشارات.

عندما أراد القرد تحريك ذراعه، عولجت الإشارات بواسطة حاسوب باستخدام هذه الشفرة، وبدلا من إرسال رسائل إلى ذراع ميكانيكية، أرسلت الإشارات مباشرة إلى أعصاب ذراع القرد الحقيقية(4). يقول الدكتور لي ميلر: «نتنصت على الإشارات الكهربائية الطبيعية من الدماغ التي تخبر الذراع واليد كيف تتحركان، وترسل هذه الإشارات مباشرة إلى العضلات»(5).

بالتجربة والخطأ، تعلم القرد تنسيق العضلات في ذراعه. يضيف الدكتور ميلر: «هناك عملية لتعلم التحريك تشبه كثيرا عملية تعلم استخدام حاسوب أو مشيرة الحاسوب أو مضرب تنس مختلف جديد».

(من الجدير بالملاحظة أن القرد استطاع إتقان حركات كثيرة جدا لذراعه، علما أن هناك مائة قطب فقط على شريحة دماغه. يشير الدكتور ميلر إلى أن ملايين العصبونات تتعلق بعملية التحكم في الذراع. السبب في أن مائة قطب يمكنها إعطاء تقريب معقول لمخرج ملايين العصبونات هو أن الشريحة تتصل بالعصبونات الخارجية، بعد أن تتم المعالجة المعقدة من قبل الدماغ. وبإتمام عملية التحليل المعقدة، فإن الأقطاب المائة مسؤولة ببساطة عن تغذية تلك المعلومات إلى الذراع).

هذا الجهاز واحد من أجهزة عدة تصمم في جامعة نورث ويسترن ستسمح للمرضى بتجاوز عطب نخاعهم الشوكي. تستخدم جراحة عصبية أخرى حركة الكتفين للتحكم في الذراع. فرفع الكتف يسبب إغلاق اليد، كما أن خفضه يسبب فتحها.

ويستطيع المريض أيضا أن يحني أصابعه حول جسم مثل كأس، أو التحكم في مفتاح يمسك بين الإبهام والسبابة.

يستنتج الدكتور ميلر: «ربما ستستخدم هذه الصلة من الدماغ إلى العضلات يوما ما لمساعدة مرضى، شُلّوا بسبب عطب في النخاع الشوكي، على القيام بأنشطة الحياة اليومية وتحقيق قدر أكبر من الاستقلالية».

تطوير الأطراف الصناعية

يأتي معظم التمويل لهذه التطويرات المهمة من مشروع لمؤسسة داربا يدعى «تطوير الأطراف الصناعية»، وهو مجهود بـ 150 مليون دولار يدعم هذه الجهود منذ العام 2006. أحد الدافعين لتطوير الأطراف الصناعية هو الجنرال الأمريكي المتقاعد جيفوري لينغ، وهو عالم أعصاب ذهب في مهمات عدة إلى العراق وأفغانستان. صدم بالمذابح البشرية التي شاهدها في ساحات المعارك بسبب القنابل على جوانب الطرقات. في الحروب السابقة، كان العديد من أفراد الخدمة الشجعان هؤلاء يموتون في موقع الانفجار. أما اليوم، وبسبب المروحيات وإمكانات الإخلاء الطبي، يبقى العديد منهم على قيد الحياة، لكنهم يظلون يعانون بسبب إصابات بدنية خطيرة. فقد أكثر من 1300 فرد في الخدمة أطرافا لهم بعد عودتهم من الشرق الأوسط[6].

سأل الدكتور لينغ نفسه عما إذا كانت هناك طريقة علمية لتعويض هذه الأطراف المفقودة. بدعم مالي من البنتاغون، طلب من معاونيه أن يأتوه بحلول فعّالة خلال خمس سنوات. عندما عرض هذا الطلب قوبل بالاستغراب. يتذكر: «لقد ظنوا أننا مجانين. لكن بالجنون تتم الأمور»[7].

بحماس الدكتور لينغ غير المحدود، أنجز فريقه المعجزات في المختبر. على سبيل المثال، موّلت «الأطراف الصناعية المتطورة» العلماء في مختبر جونز هوبكنز للفيزياء التطبيقية، والذي أنجز أكثر الأذرع الميكانيكية تطورا في العالم، والتي يمكنها تقليد الحركات الدقيقة للأصابع واليد والذراع كلها تقريبا في الأبعاد الثلاثة. إنها بحجم اليد الحقيقية ولها القوة والنشاط ذاته كاليد الحقيقية. وعلى الرغم من أنها مصنوعة من الفولاذ، فإنك لو غطيتها ببلاستيك بلون الجلد فلن تُميَّز تقريبا عن اليد الحقيقية.

ألصقت هذه الذراع بجان شيرمان، وهي امرأة مشلولة الأطراف عانت مرضا جينيا عطّل الصلة بين دماغها وجسمها، تاركا إياها مشلولة بالكامل من الرقبة إلى الأسفل. في جامعة بيترسبيرغ، وضعت أقطاب مباشرة فوق سطح دماغها، ووصلت بعد ذلك بحاسوب ثم بذراع ميكانيكية. بعد خمسة أشهر من عملية لصق الذراع، ظهرت في البرنامج التلفزيوني 60 دقيقة[8]. وأمام جمهور واسع، استخدمت بمرح ذراعها الجديدة لتلوّح للمضيِّف وتحييه وتهزّ يده مرحبة. قامت بلكمه لتظهر مدى تطور وتعقيد هذه الذراع. يقول الدكتور لينغ: «في تصوري، سنستطيع تطوير هذا ليشمل أنواعا مختلفة من المرضى، مرضى السكتات الدماغية والشلل الدماغي وكبار السن».

التحريك بالعقل في حياتك

ليس العلماء وحدهم من يتطلع إلى آلة اتصال بالدماغ BMI، بل رجال الأعمال أيضا. إنهم يرغبون في إدخال العديد من هذه الاختراعات المذهلة كجزء دائم في مخططاتهم. اخترقت الـ BMI سوق الشباب مسبقا، على شكل ألعاب فيديو، وألعاب تستخدم حساسات الـ EEG، بحيث يمكنك التحكم في الأشياء بالعقل في الواقع الافتراضي والعالم الحقيقي أيضا. في العام 2009، سوّقت شركة نيوروسكاي NeuroSky أول لعبة دعيت «مايند فليكس»، صممت خصيصا لاستخدام حساسات EEG لتحريك كرة خلال متاهة. يزيد التركيز، خلال ارتداء جهاز EEG لمايند فليكس، سرعة مروحة داخل المتاهة، بحيث تحرك كرة صغيرة في مسالك المتاهة.

تزدهر أيضا ألعاب الفيديو التي تستخدم التحكم بالعقل. يعمل 1700 مطوّر برمجيات لدى نيوروسكاي، وكثير منهم على جهاز رأس بموجات دماغ متحركة بتكلفة 129 مليون دولار. تستخدم ألعاب الفيديو هذه حساسا صغيرا من نوع EEG يلف حول جبينك، بحيث يسمح لك بالتجول في الواقع الافتراضي، حيث يجري التحكم في حركات شكلك الافتراضي avatar عقليا. وبينما تحرك شكلك الافتراضي على شاشة الفيديو، يمكنك إطلاق النار وتجنب الأعداء والصعود إلى الأعلى وإحراز النقاط...الخ, كما في لعبة فيديو عادية، عدا أن كل شيء يجري من دون اليدين.

«ستكون هناك بيئة كاملة من اللاعبين الجدد، وستكون نيوروسكاي في موقع جيد لتصبح مثل إنتل في هذه الصناعة الجديدة»[9]. كما يدّعي ألفارو فيرنانديز من شركة أبحاث السوق «شارب برينز».

إضافة إلى إطلاق النار من أسلحة افتراضية، يمكن لخوذة الـ EEG أيضا أن تكتشف متى يبدأ مستوى تركيزك في التراجع. تتلقى نيوروسكاي استفسارات من شركات تهتم بإصابات العمال الذين يفقدون التركيز وهم يعملون على آلات خطرة، والذين ينامون وهم يقودون سياراتهم. يمكن لهذه التقنية أن تنقذ حياة العامل أو السائق بتنبيهه إلى أنه يفقد التركيز. تطلق خوذة الــ EEG إنذارا عندما ينعس مرتديها. (أصبح غطاء الرأس هذا بالفعل موضة في اليابان لمرتادي الحفلات. تبدو حساسات الـ EEG عندما تضعها على رأسك على شكل أذني قطة. عندما تركّز اهتمامك ترتفع الأذنان فجأة، ثم تسترخيان عندما يتراجع هذا الاهتمام. يمكن للناس في الحفلات أن يعبّروا عن اهتماماتهم الرومانسية بمجرد التفكير فيها فقط، بحيث تعرف إن كنت تثير اهتمام شخص ما أو لا).

ولعل الدكتور ميغيل نيكوليليس من جامعة ديوك يتابع اليوم أحدث التطبيقات لهذه التقنية[10]. وعندما قابلته أخبرني بأنه يعتقد أن باستطاعته نسخ العديد من الأجهزة التي لا نجدها إلا في قصص الخيال العلمي.

الأيدي الماهرة ودمج العقول[11]

برهن الدكتور نيكوليليس على أن من الممكن وصل العقل بالآلة عبر القارات. وضع قردا على جهاز للمشي. ووضع شريحة فوق دماغه ووصلها بالإنترنت. وعلى الجانب الآخر من الأرض، في كيوتو في اليابان، استخدمت الإشارات الواردة من القرد للتحكم في إنسالي يمكنه المشي. إذن بالمشي على جهاز للمشي في كارولينا الشمالية، أمكن للقرد أن يتحكم في إنسالي في اليابان ليقوم بحركة المشي ذاتها. باستخدام حساسات عقله فقط، وبالمكافأة على شكل حبة طعام، درّب الدكتور نيكوليليس القرد على التحكم في إنسالي شبيه بالإنسان دعي CB-1 على بعد نصف العالم.

إنه يعالج أيضا إحدى المشاكل الرئيسة في تواصل العقل – الآلة: الافتقار إلى الإحساس. لا تمتلك الأيدي الصناعية اليوم حسّ اللمس، وبالتالي يشعر حاملها بأنها

دخيلة، ولعدم وجود تغذية راجعة ربما تحطّم بالمصادفة أصابع شخص آخر تصافحه. إن التقاط قشرة بيضة بواسطة ذراع ميكانيكية عملية مستحيلة تقريبا.

يأمل نيكوليليس في تجاوز هذه المشكلة بالحصول على اتصال دماغ - دماغ مباشر. ترسل الرسائل من الدماغ مباشرة إلى ذراع ميكانيكية لها حساسات، لتعيد الرسائل بعد ذلك مباشرة إلى الدماغ متجاوزة جذع الدماغ كلية. هذا التواصل بين دماغ - آلة - دماغ (BMBI) سيمكّن آلية تغذية راجعة بحتة ومباشرة من الإحساس باللمس.

بدأ الدكتور نيكوليليس بوصل القشرة الحركية في دماغ قرد بأذرع ميكانيكية. تمتلك هذه الأذرع الميكانيكية حساسات تعيد الإشارات إلى الدماغ بواسطة أقطاب موصولة بالقشرة الحسية الجسدية somatosensory (التي تسجل الإحساس باللمس). أعطيت القردة مكافأة بعد كل محاولة ناجحة، وتعلمت كيف تستخدم هذا الجهاز خلال أربع إلى تسع محاولات.

لفعل ذلك، كان على الدكتور نيكوليليس أن يخترع شفرة جديدة تمثّل سطوحا متباينة (خشنة أو ناعمة). «بعد شهر من التمرين»، كما أخبرني، «يتعلم هذا الجزء من الدماغ هذه الشفرة الجديدة، ويبدأ بربط هذه الشفرة الاصطناعية التي صنعناها بالملمس المختلف. لذا فهذه هي التجربة الأولى التي نستطيع بواسطتها خلق قناة حسية» يمكنها تمثيل أحاسيس الجلد.

ذكرت له أن هذه الفكرة تبدو مثل فكرة الغرفة الافتراضية "holodeck" في مسلسل ستار ترك، حيث تتجول في عالم افتراضي لكنك تشعر بالأحاسيس عندما تصطدم بأجسام افتراضية، كأنها حقيقية. دعي هذا «التقنية اللمسية»، حيث تستخدم التقنية الرقمية لتمثل الشعور باللمس. أجاب نيكوليليس: «نعم أعتقد أنها أول تجربة بأن شيئا مثل الغرفة الافتراضية سيكون ممكنا في المستقبل القريب».

ربما تستعمل الغرفة الافتراضية في المستقبل مزيجا من التقنيتين. أولا، سيضع الناس في الغرفة الافتراضية عدسات لاصقة تتصل بالإنترنت، بحيث يرون عالما افتراضيا جديدا بكامله أينما نظروا. سيتغير المشهد في عدساتك اللاصقة فورا بكبسة زر. ولو لمست أي جسم في هذا العالم الافتراضي فستحرّض إشاراتٌ مرسلةٌ إلى الدماغ

الإحساس باللمس، باستخدام تقنية BMBI. بهذه الطريقة سيكون الإحساس بالأجسام في العالم الافتراضي، التي تراها في عدساتك اللاصقة، ملموسا.

لن يسمح اتصال الدماغ بالدماغ بتقنية اللمس فقط، ولكن أيضاً «شبكة الدماغ» أو برين نت، باتصال مباشر بين دماغ - دماغ. في العام 2013، استطاع الدكتور نيكوليليس أن ينجز شيئا ظهر في مسلسل ستار ترك، وهو «دمج العقول»، وذلك بين دماغين. بدأ بمجموعتين من الجرذان، إحداهما في جامعة ديوك والأخرى في ناتال في البرازيل. تعلمت المجموعة الأولى ضغط عتلة عندما ترى ضوءا أحمر. وتعلمت المجموعة الثانية ضغط عتلة عندما تحرّض أدمغتها بإشارة أرسلت عبر شريحة مزروعة فيها. كوفئت على ضغط العتلة بجرعة ماء. ثم وصل الدكتور نيكوليليس القشرات المحركة للأدمغة لكلتا المجموعتين بسلك ناعم من خلال الإنترنت.

عندما رأت المجموعة الأولى من الجرذان الضوء الأحمر، أرسلت إشارة عبر الإنترنت إلى المجموعة الثانية في البرازيل، والتي قامت بعدها بالضغط على العتلة. في سبع محاولات من عشر، استجابت المجموعة الثانية من الجرذان بشكل صحيح للإشارات التي أرسلتها المجموعة الأولى. كانت هذه هي التجربة الأولى لإمكانية نقل الإشارات بشكل صحيح بين دماغين وترجمتها أيضا. لكن التجربة مازالت بعيدة عن دمج دماغين كما في قصص الخيال العلمي، حيث يتحد أحد الدماغين مع الآخر، لأن التجربة مازالت بدائية، ولأن حجم العينة مازال صغيرا، لكنها تبرهن على إمكانية إنشاء شبكة دماغية.

في العام 2013، أجريت الخطوة التالية المهمة، عندما مضى علماء إلى أبعد من الدراسات على الحيوانات، وعرضوا أول اتصال دماغ - دماغ بشري مباشر، حيث أرسل دماغ بشري رسالة إلى دماغ آخر عبر الإنترنت[12].

أُنجِزت هذه التجربة الفارقة في جامعة واشنطن، حيث أرسل أحد العلماء إشارة دماغية (حرّك ذراعك اليمنى) إلى عالم آخر. لبس العالم الأول خوذة EEG ولعب لعبة فيديوية. أطلق طلقة مدفعية من خلال تخيل تحريك ذراعه اليمنى، لكنه لم يحركها فيزيائيا. أرسلت الإشارة من خوذة الـ EEG عبر الإنترنت إلى عالم آخر يرتدي خوذة مغناطيسية وضعت بعناية فوق الجزء الذي يتحكم في ذراعه اليمنى من دماغه. عندما وصلت الإشارة إلى العالم الثاني، كانت الخوذة قد أرسلت نبضة مغناطيسية إلى

داخل دماغه جعلت ذراعه اليمنى تتحرك من تلقاء ذاتها ومن دون إرادتها. وبذلك، فبالتحكم عن بعد يمكن لدماغ بشري أن يتحكم في حركة شخص آخر.

يفتح هذا الاختراق الباب لعدد من الاحتمالات، مثل تبادل رسائل غير لفظية عبر الإنترنت. ربما بإمكانك يوما ما إرسال خبرة رقصة التانغو والقفز بالمظلة أو التزلُّج على الجليد إلى آخرين على بريدك الإلكتروني. ليس من الممكن إرسال الأنشطة الفيزيائية فقط، لكن العواطف والأحاسيس أيضا عبر اتصال دماغ - دماغ.

يتصور نيكوليليس يوما يمكن للناس فيه من كل أنحاء العالم أن يشاركوا في شبكات اجتماعية ليس عبر لوحة مفاتيح، ولكن عبر أدمغتهم مباشرة. وبدلا من إرسال بريد إلكتروني، سيستطيع الناس على شبكة دماغية أن يتبادلوا الأفكار والعواطف بالتخاطر المباشر. في الوقت الحاضر، تنقل المخابرة الهاتفية معلومات المحادثة، ونبرة الصوت فقط، ولا شيء أكثر. اللقاء الفيديوي أفضل قليلا، بما أنك تستطيع قراءة لغة جسد الشخص على الطرف الآخر. لكن الشبكة الدماغية ستكون المرحلة النهائية في مجال الاتصالات، حيث تجعل من الممكن التشارك في المعلومات العقلية كلها، بما في ذلك العواطف والاختلاجات والتحفظات. ستتمكن العقول من المشاركة بأكثر أفكارها ومشاعرها حميمية.

تسلية الانغماس الكلي

قد يؤثر تطوير شبكة دماغية أيضا في صناعة التسلية التي تقدر بعدة مليارات من الدولارات. في عشرينيات القرن الماضي، أتقنت تقنية تسجيل الصوت والضوء أيضا. أحدث هذا تحولا في صناعة التسلية التي تحولت من الأفلام الصامتة إلى «الأفلام الناطقة». هذه الصيغة المركّبة المؤلفة من الصوت والصورة لم تتغير كثيرا خلال معظم القرن الماضي. لكن في المستقبل، ربما تحقق صناعة التسلية التحوّل التالي، بحيث تسجّل الحواس الخمس جميعها، بما في ذلك الشمّ والذوق واللمس والطيف الكامل للعواطف أيضا. ستستطيع المجسّات التخاطرية أن تعالج مجال الأحاسيس والعواطف التي تدور في الدماغ بكامله، محققة الانغماس الكلي للجمهور في القصة. ونحن نشاهد فيلما عاطفيا أو مثيرا، سنغوص في بحر من العواطف كأننا هناك فعلا، مختبرين دفقات عواطف الممثلين وأحاسيسهم كلها.

سنشم رائحة الهيروين، وسنحسّ برعب الضحايا في فيلم مرعب، وسنستمتع بهزيمة الرجال الأشرار.

سيُحدث هذا الانغماس تحولا جذريا في كيفية صنع الأفلام. أولا، يجب أن يدرب الممثلون على تمثيل أدوارهم بحساسات الـ EEG/MRI ومجسات نانوية تسجل عواطفهم وأحاسيسهم. (سيضع هذا عبئا إضافيا على الممثلين، الذين عليهم أن يمثلوا كل مشهد بمحاكاة الحواس الخمس كلها. وبالطريقة ذاتها التي لم يستطع بواسطتها بعض الممثلين تحقيق الانتقال من الأفلام الصامتة إلى الناطقة، ربما سيظهر جيل جديد من الممثلين يمكنهم تمثيل المشاهد بحواسهم الخمس كلها). سيتطلب تحرير الفيلم ليس مجرد قصه ولصقه فقط، بل أيضا وجود أشرطة للأحاسيس المختلفة ضمن كل مشهد. وأخيرا، ستغذى هذه الإشارات الكهربائية كلها إلى أدمغة المشاهدين وهم على مقاعدهم. وبدلا من نظارات ثلاثية الأبعاد سيرتدي الجمهور حساسات دماغية من نوع ما. ويجب أن يعاد تجهيز دور السينما بحيث تعالج هذه البيانات ثم ترسلها إلى الناس في القاعة.

خلق شبكة دماغية

يجب أن تخلق شبكة دماغية تستطيع نقل مثل هذه المعلومات على مراحل. الخطوة الأولى تكون بحشر مجسات نانوية في أجزاء مهمة من الدماغ، كالفص الصدغي الأيسر الذي يتحكم في الكلام، والفص القذالي الذي يتحكم في الرؤية. ستحلل الحواسيب هذه الإشارات وتفككها. هذه المعلومات بدورها يمكن إرسالها عبر الإنترنت بواسطة الألياف الضوئية.

الأكثر صعوبة هو أن يعاد إدخال هذه الإشارات في دماغ شخص آخر، حيث يمكن معالجتها من قبل لاقط. حتى الآن، ركز التقدم في هذه الناحية على الحصين فقط، لكن سيكون من الممكن في المستقبل حشر رسائل مباشرة في أنحاء أخرى من الدماغ تتعلق بحواس السمع والضوء واللمس...إلخ لدينا. لذا هناك الكثير من العمل لإنجازه بينما يحاول العلماء مسح قشرات الدماغ المرتبطة بهذه الحواس. ولا يكاد يجري مسح هذه القشرات – مثل الحصين الذي سنناقشه في الفصل التالي– حتى يصبح من الممكن حشر كلمات وأفكار وذكريات وخبرات في دماغ شخص آخر.

يكتب الدكتور نيكوليليس: «ليس من غير المعقول أن يتقن أحفادنا بالفعل المهارات والتقنيات والمعايير اللازمة لتأسيس شبكة دماغية فاعلة، وهي وسط يمكن بواسطته لمليارات من الناس أن يؤسسوا فيما بينهم اتصالات مباشرة مؤقتة مع أناس آخرين بواسطة التفكير فقط. ما سيبدو عليه مثل هذا الوعي الجماعي الهائل، أو يحس به، أو يفعله، لا يمكن لي ولا لأي شخص آخر في وقتنا الحالي أن يتصوره أو يتكلم عنه».

الشبكة الدماغية والحضارة

ربما تغير الشبكة الدماغية مسار الحضارة نفسها. ففي كل مرة يطور فيها نظام اتصال جديد، فإنه يسرّع بتغيرات في المجتمع بشكل لا رجعة فيه، ناقلا إيانا من حقبة إلى أخرى. في مراحل ما قبل التاريخ ولآلاف السنين كان أسلافنا من الرحل يتجولون ضمن قبائل صغيرة، ويتواصلون بعضهم مع بعض من خلال لغة الجسد والإشارات الصوتية. سمح لنا دخول اللغة لأول مرة بتوصيل الرموز والأفكار المعقدة، والتي سهلت بروز القرى وفي النهاية المدن. خلال آلاف السنوات الأخيرة مكنتنا اللغة المكتوبة من مراكمة المعرفة والثقافة عبر الأجيال، ما سمح بصعود العلم والفن والعمارة والإمبراطوريات الضخمة. مد دخول الهاتف والمذياع والتلفاز مجال الاتصالات عبر القارات. وتفتح شبكة الإنترنت اليوم المجال لبروز حضارة كوكبية ستصل إلى قارات العالم وشعوبها جميعهم. وربما كانت الخطوة الكبيرة التالية هي إنشاء شبكة دماغية كوكبية يجري فيها تبادل الطيف الكامل من الأحاسيس والعواطف والذكريات والأفكار على المستوى العالمي.

«سنكون جزءا من نظام تشغيلهم»

عندما قابلت الدكتور نيكوليليس أخبرني بأنه أصبح مهتما بالعلم في سن مبكرة منذ طفولته في بلده الأصلي البرازيل. إنه يتذكر مشاهدة صور رحلة أبوللو على سطح القمر، التي استحوذت على اهتمام العالم آنذاك. بالنسبة إليه، كان ذلك إنجازا مدهشا. والآن، كما أخبرني، فإن إنجازه، أو« لقطة القمر» الخاصة به، هو أن يجعل من الممكن تحريك أي جسم بواسطة العقل.

أصبح مهتما بالدماغ بينما كان لايزال في المدرسة الثانوية، حيث عثر مصادفة على كتاب إسحق آسيموف العام 1964 بعنوان «الدماغ البشري». لكن أمله خاب من خاتمة الكتاب. لم يكن هناك نقاش حول كيفية تفاعل هذه البنى بعضها مع بعض لتشكيل العقل. (لأنه لا أحد كان يعلم الجواب في ذلك الوقت). كانت لحظة غيرت مجرى حياته، وأدرك أن مصيره قد يكون في محاولة فهم أسرار الدماغ.

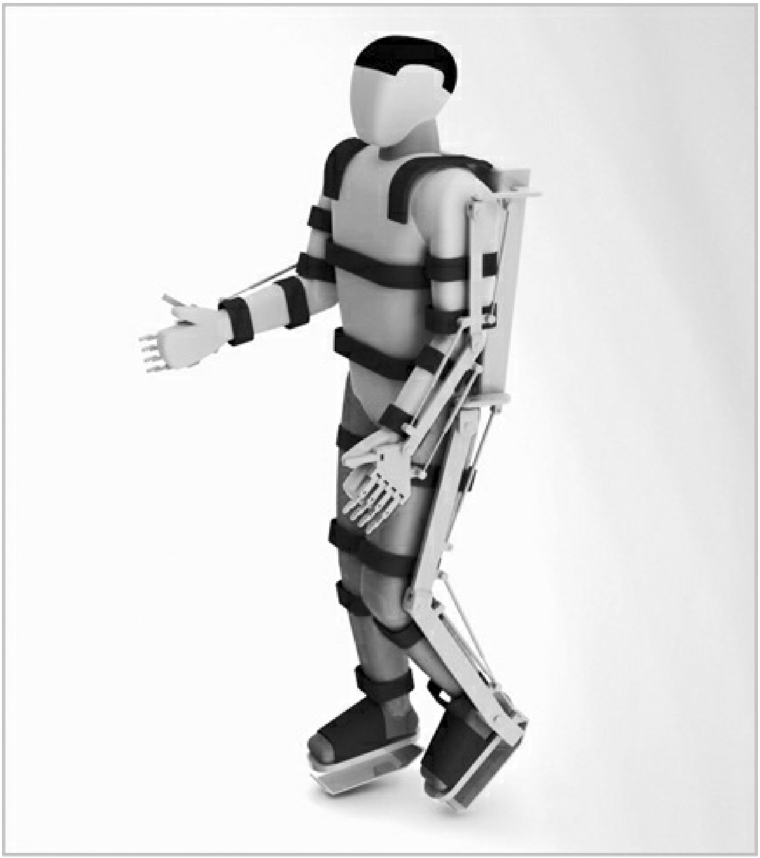
منذ عشرة أعوام تقريبا أخبرني أنه بدأ في النظر بجد في إجراء بحوث حول حلم طفولته[13]. بدأ في أخذ فأر وتركه يتحكم في جهاز آلي. «وضعنا حساسات في الفأر تقرأ الإشارات الكهربائية من دماغه، ثم نقلنا هذه الإشارات إلى آلة إنسالية صغيرة تجلب الماء من بركة إلى فم الفأر. لذا كان على الحيوان أن يتعلم كيف يحرك الجهاز الإنسالي دماغيا للحصول على الماء. كانت هذه أول تجربة يوصل فيها حيوان بآلة بحيث يشغلها من دون أن يحرك جسمه»، كما شرح لي.

اليوم يستطيع أن يحلل ليس 50 عصبونا فقط، بل ألف عصبون في دماغ قرد، ما يمكنه من إعادة إنتاج حركات مختلفة في أجزاء مختلفة من جسمه. ومن ثم يستطيع القرد التحكم في أجهزة مختلفة، كأذرع ميكانيكية أو حتى صور افتراضية في الفضاء السبراني. «لدينا الآن قرد افتراضي (أفاتار) يمكن التحكم فيه بواسطة أفكار قرد آخر من دون أن يقوم هذا القرد بأي حركة»، كما أخبرني. يمكن فعل ذلك بجعل القرد يشاهد فيديو يرى فيه أفاتارا يمثل جسمه. ثم عند أمر جسمه عقليا بالحركة، فإنه سيجعل القرد الأفاتار يتحرك بطريقة مماثلة.

يتخيل نيكوليليس يوما في المستقبل القريب نلعب فيه ألعاب الفيديو ونتحكم فيه بالحواسيب والأجهزة بواسطة عقولنا. «سنكون جزءا من نظام تشغيل هذه الأجهزة. سننغمس فيها بآليات مشابهة جدا للتجارب التي أصفها».

هياكل خارجية

المشروع التالي للدكتور نيكوليليس هو المشي مرة أخرى. الهدف ليس أقل من صنع هيكل خارجي كامل للجسم يجري التحكم فيه بواسطة العقل. في البداية يستحضر الهيكل الخارجي صورة من أفلام الرجل الحديدي. في الحقيقة، الهيكل الخارجي عبارة عن بدلة خاصة تلف الجسم بكامله بحيث يمكن للأذرع والأرجل أن تتحرك بواسطة محركات يدعوها بـ «إنسالي يمكن لبسه». (انظر الشكل 10).



الشكل (10): هذا هو الهيكل الخارجي الذي يأمل الدكتور نيكوليليس أن يتم التحكم فيه بواسطة دماغ شخص مشلول تماما.

هدفه، كما قال، هو أن يساعد المشلولين على «السير بالتفكير». إنه يخطط لاستخدام تقنية لاسلكية، «بحيث لا شيء يخرج من رأسك........ سنسجل 20 ألفا إلى 30 ألف عصبون، للتحكم في صدرية إنسالية تغطي كامل الجسم، بحيث يستطيع المشلول التفكير والمشي وتحريك الأجسام والتقاطها مرة أخرى»[14].

يدرك نيكوليليس أن سلسلة من الصعوبات يجب تذليلها قبل أن يصبح الهيكل الخارجي حقيقة. أولا، يجب اختراع جيل جديد من الشرائح الميكروية يمكن أن

توضع ضمن الدماغ بأمان ووثوقية لسنوات في كل مرة. ثانيا، يجب صنع حساسات لاسلكية بحيث يمكن للهيكل الخارجي أن يتجول بحرية. ستُلتقط الإشارات من الدماغ لاسلكيا بواسطة حاسوب بحجم هاتف خليوي ربما يربط بحزامك. ثالثا، يجب إنجاز تطويرات جديدة في فك شفرة الإشارات من الدماغ عبر الحواسيب وترجمتها. بالنسبة إلى القرود، من الضروري وجود بضع مئات من العصبونات للتحكم في الأذرع الميكانيكية. وبالنسبة إلى الإنسان، تحتاج على الأقل إلى عدة آلاف من العصبونات للتحكم في ذراع أو ساق. رابعا، يجب الحصول على مصدر للطاقة يمكن حمله، وقوي بما يكفي لإعطاء الطاقة للهيكل الخارجي بكامله.

هدف نيكوليليس كبير: الحصول على هيكل خارجي فاعل جاهز بحلول كأس العالم لكرة القدم في البرازيل العام 2014، حيث يقوم برازيليون مشلولو الأطراف بالركلة الأولى للكرة في الملعب. أخبرني باعتزاز «هذه هي لقطة القمر البرازيلية الخاصة بنا»(*).

الأفاتار Avatar والبديل surrogate

في فيلم «البدلاء» (surrogates) يلعب بروس ويليس دور عميل الشرطة الاتحادية (FBI) الذي يتحرى حالات اغتيال غامضة. صنع علماء هياكل خارجية بلغت من الإتقان حدا تجاوزت فيه قدرات البشر. هذه المخلوقات الميكانيكية فائقة القوة، بأجسام مثالية. في الحقيقة، كانت تامة إلى درجة أن الإنسان بدأ يعتمد عليها. يعيش الناس حياتهم بأكملها ضمن حجيرات pods، بحيث يتحكمون عقليا في بدلائهم الوسيمين بواسطة تقنية لاسلكية. في كل مكان تذهب إليه ترى «أشخاصا» منهمكين في العمل، غير أنهم كلهم بدلاء بأشكال متقنة. بينما يكون أسيادهم الطاعنون في السن بعيدين عن النظر. لكن الحبكة تأخذ منحى حادا، عندما يكتشف بروس ويليس أن الشخص الذي وراء هذه الاغتيالات ربما كان على صلة بالعالم نفسه الذي اخترع هؤلاء البدلاء في المقام الأول، ويجبره هذا على التساؤل عما إذا كان هؤلاء البدلاء نعمة أم نقمة.

(*) تحقق الهدف في حفل الافتتاح، وتمكن الشاب جوليانو بينتو (29 عاما)، وهو مصاب بالشلل التام في نصفه الأسفل، من ركل الكرة لمسافة قصيرة مستعينا بالهيكل الخارجي الآلي الذي صممه فريق ضم أكثر من 150 باحثا بقيادة نيكوليليس. [المحررة].

وفي الفيلم الجماهيري «أفاتار» (Avatar)، استنفدت الأرض في العام 2154 معظم خاماتها، لذا رحلت شركة تعدين إلى قمر بعيد يدعى باندورا، في نظام النجم ألفا سينتوري، بحثا عن معدن أنوبتانيوم النادر. لكن هناك سكانا محليين يعيشون على القمر النائي، يدعون نافي ويعيشون بتناغم مع بيئتهم الثرية. ومن أجل التواصل مع السكان المحليين يوضع عمال مدربون بشكل خاص ضمن حجيرات، حيث يدربون على التحكم عقليا في جسم كائن محلي مهندس جينيا. على الرغم من أن الجو سام والبيئة تختلف جذريا عن الأرض، لم يجد الأفاتار صعوبة في العيش في هذا العالم الغريب. لكن هذه العلاقة المعقدة، سرعان ما تنهار عندما تجد شركة التعدين منجما غنيا لمعدن الأنوبتانيوم تحت شجرة احتفال مقدسة لشعب نافي. بصورة حتمية، ينشأ صراع بين شركة التعدين التي تريد تحطيم الشجرة المقدسة وتعدين الأرض بحثا عن معدنها النادر، والسكان المحليين الذين يقدسون هذه الشجرة. تبدو القضية خاسرة بالنسبة إلى السكان المحليين، إلى أن يبدل أحد العمال المدربين بشكل خاص موقعه، ويقود شعب نافي إلى الانتصار.

يشكل الأفاتار والبدلاء مادة خصبة لقصص الخيال العلمي اليوم، لكنهم في يوم ما قد يصبحون أداة ضرورية للعلم. الجسم الإنساني ضعيف، وربما رقيق جدا لتحمل مشاق العديد من المهمات الخطرة، بما في ذلك السفر إلى الفضاء. وعلى الرغم من أن قصص الخيال العلمي تحفل بمغامرات بطولية لرواد فضاء شجعان يسافرون إلى أقصى أنحاء مجراتنا، فإن الحقيقة تختلف عن ذلك كثيرا، فالإشعاع في أعماق الفضاء قوي جدا بحيث يجب حماية روادنا منه، أو إنهم سيواجهون شيخوخة مبكرة وأمراضا إشعاعية وحتى السرطانات. يمكن لانفجارات شمسية تنطلق من الشمس أن تغلف سفينة فضائية بإشعاع قاتل. رحلة بسيطة عبر الأطلسي من الولايات المتحدة إلى أوروبا تعرضك إلى ميلي ريم(*) من الإشعاع في الساعة، أو تقريبا الجرعة نفسها لتصوير سنك بالأشعة السينية. لكن في الفضاء الخارجي يمكن أن يكون الإشعاع أشد بعدة مرات، خاصة في وجود أشعة كونية وانفجارات شمسية. (خلال عاصفة شمسية شديدة، دعت ناسا بالفعل رواد الفضاء في المحطة الفضائية إلى أن ينتقلوا إلى أماكن توجد فيها حمايات أكبر ضد الإشعاع).

(*) Rem: هي وحدة قياس تكافؤ جرعة الأشعة للإنسان. [المحررة].

بالإضافة إلى ذلك، هناك مخاطر أخرى تنتظرنا في الفضاء الخارجي، مثل الشهب الصغيرة وتأثيرات انعدام الوزن لفترات طويلة، ومشاكل التأقلم مع حقول مختلفة من الجاذبية. فبعد عدة شهور فقط من انعدام الوزن يفقد الجسم نسبة كبيرة من كلسه ومعادنه، ما يترك رواد الفضاء متعبين، حتى لو قاموا بالتمارين الرياضية كل يوم. بعد سنة من البقاء في الفضاء الخارجي كان على رواد الفضاء الروس أن يخرجوا من قمراتهم الفضائية زحفا كالديدان. أكثر من ذلك، من المعتقد أن بعض التأثيرات على العضلات والعظام دائمة، بحيث إنهم سيشعرون بعواقب انعدام الوزن لفترات طويلة بقية حياتهم.

إن أخطار الشهب الصغيرة وحقول الإشعاع الشديدة على القمر كبيرة جدا، بحيث اقترح العديد من العلماء استخدام كهف ضخم تحت سطح القمر كمحطة فضائية لحماية رواد الفضاء. تتشكل هذه الكهوف بشكل طبيعي على شكل أنابيب حمم منصهرة بالقرب من براكين خامدة، غير أن الطريقة الأكثر أمنا لبناء قاعدة على القمر هي في جعل رواد الفضاء يجلسون باسترخاء في غرف معيشتهم. بهذه الطريقة سيكونون محميين من جميع الأخطار التي يصادفونها على سطح القمر، وسيستطيعون باستخدام البدلاء أن يقوموا بالمهام نفسها. يمكن أن يخفض هذا من تكلفة السفر في الفضاء بشكل كبير، لأن توفير وسائل دعم الحياة لرواد الفضاء مكلف جدا.

ربما عندما تصل أول سفينة فضائية إلى كوكب بعيد، ويطأ بديل لرائد فضاء هذا الكوكب الغريب سيبدأ بـ «خطوة أولى صغيرة للعقل......».

إحدى المشاكل المحتملة بالنسبة إلى هذه الطريقة هي أن الرسائل تستغرق زمنا للذهاب إلى القمر وما وراءه. يمكن لرسالة راديو أن تنتقل من الأرض إلى القمر في أكثر من ثانية بقليل، لذا يمكن التحكم في البدلاء على سطح القمر من قبل رواد الفضاء على الأرض. لكن التواصل مع البدلاء على سطح المريخ سيكون أكثر صعوبة، لأن إشارات الراديو تستغرق عشرين دقيقة أو أكثر للوصول إلى الكوكب الأحمر.

لكن للبدلاء تأثيرات عملية في مناطق أقرب على سطح الأرض. في اليابان سبّب حادث مفاعل فوكوشيما في العام 2011 أضرارا قدرت بمليارات الدولارات. ولأن العمال لا يستطيعون دخول مناطق بمستويات قاتلة من الإشعاع لأكثر من

بضع دقائق، فقد تستغرق عملية التنظيف النهائي حتى 40 سنة. لسوء الحظ، الإنساليات ليست متطورة بما يكفي لدخول هذه الحقول المغمورة بالإشعاع وإجراء الإصلاحات اللازمة. في الحقيقة، الإنساليات الوحيدة المستخدمة في فوكوشيما بدائية، وهي بصورة أساسية عبارة عن آلات تصوير موضوعة أعلى حاسوب مركب على عجلات. الإنسان الآلي بالكامل، الذي يمكنه التفكير بنفسه (أو ربما يتم التحكم فيه بواسطة حاسوب بعيد)، ويقوم بالإصلاحات في حقول عالية الإشعاع، مازال بعيدا عنا بعدة عقود.

سبّب الافتقار إلى إنساليات صناعية مشكلة حادة للسوفييت أيضا خلال حادثة تشرنوبل في أوكرانيا في العام 1986. أرسل العمال مباشرة إلى موقع الحادث لإخماد الحرائق، وماتوا بشكل شنيع بسبب التعرض المميت للإشعاع. في النهاية أمر ميخائيل غورباتشوف القوات الجوية بإلقاء أكياس رملية فوق المفاعل، حيث ألقيت خمسة آلاف طن من الرمل والأسمنت المسلح من مروحيات. كانت مستويات الإشعاع عالية جدا بحيث جنّد 250 ألف عامل لاحتواء الحادثة في النهاية. أمكن لكل عامل أن يمضي عدة دقائق فقط داخل مبنى المفاعل للقيام بالإصلاحات. تلقى العديد منهم جرعة الإشعاع العظمى المسموح بها طوال الحياة. وحصل كل منهم على ميدالية. كان هذا المشروع الضخم أكبر إنجاز في حقل الهندسة المدنية على الإطلاق، وكان من غير الممكن إنجازه باستخدام الإنساليات الحالية.

في الحقيقة، بنت مؤسسة هوندا إنسالياً ربما يذهب في النهاية إلى بيئات إشعاعية مميتة، لكنه ليس جاهزا حتى الآن[15]. وضع علماء هوندا مجسا من نوع EEG على رأس عامل، يوصل إلى حاسوب يحلل موجات دماغه. ويوصل الحاسوب بعد ذلك إلى راديو يرسل رسائل إلى الإنسالي المدعو أسيمو ASIMO (*) لذا، بتغيير موجات دماغه، يمكن لعامل أن يتحكم في الإنسالي أسيمو عن طريق التفكير فقط.

لسوء الحظ فإن هذا الإنسالي غير قادر على إجراء إصلاحات في فوكوشيما الآن، لأنه يستطيع تنفيذ أربع حركات رئيسة فقط (تشمل كلها تحريك وجهه وكتفيه)، بينما هناك حاجة إلى مئات الحركات لإجراء الإصلاحات في محطة طاقة نووية مخربة. هذا النظام غير متطور بما يكفي لمعالجة مهمات بسيطة كاستخدام مفك براغ أو الطرق بمطرقة.

(*) خطوة متقدمة في الحركة المبتكرة Advanced Step in Innovative Mobility (ASIMO) .

استكشفت مجموعات أخرى أيضا إمكانية الإنساليات المتحكم فيها عقليا. في جامعة واشنطن صنع الدكتور راجيش راو إنساليا مشابها يتحكم فيه شخص يرتدي خوذة EEG. دعي هذا الإنسالي اللامع بطول قدمين مورفيوس (على اسم شخصية في فيلم «الشبكة» The Matrix، وعلى اسم إله الأحلام اليوناني). يرتدي أحد الطلاب خوذة EEG ثم يقوم بإشارات معينة، مثل تحريك يده، والتي تخلق إشارة EEG تسجل بحاسوب. في النهاية يمتلك الحاسوب قاموسا من إشارات EEG هذه، التي ترتبط كل واحدة منها بحركة معينة لعضو. ثم يبرمج الإنسالي ليحرك يده كلما أرسلت إشارة EEG إليه. بهذه الطريقة، لو فكرت في تحريك يدك فسيحرك الإنسالي مورفيوس يده أيضا. عندما تضع خوذة EEG لأول مرة، يتطلب الأمر نحو 10 دقائق من الحاسوب لتعيير إشارات دماغك. وفي النهاية تتعلم كيف تقوم بإشارات بعقلك يمكنها التحكم في الإنسالي[16]. على سبيل المثال، يمكنك جعله يمشي نحوك، ويلتقط جسما من فوق طاولة، ثم المشي 6 أقدام إلى طاولة أخرى، ثم وضع الجسم عليها.

يتقدم البحث العلمي بسرعة في أوروبا أيضا. في العام 2012 عرض علماء في مدرسة البولي تكنيك الاتحادية في لوزان بسويسرا أحدث إنجازاتهم، وهو إنسالي يجري التحكم فيه بالتخاطر من قبل حساسات EEG يتحكم فيها من بعد 60 ميلا. يبدو الإنسالي نفسه مثل إنسالي الكنس الكهربائي رومبا الموجود الآن في العديد من غرف المعيشة، لكنه في الحقيقة إنسالي متطور جدا، مجهز بآلة تصوير ويمكنه شق طريقه خلال مكتب مزدحم. يمكن لمريض مشلول، على سبيل المثال، أن ينظر في شاشة حاسوب، مرتبط بآلة فيديو على إنسالي يبعد عدة أميال، وأن يرى من خلال عيني الإنسالي. ثم بالتفكير يستطيع المريض أن يتحكم في حركة الإنسالي وهو يتحرك متجاوزا العقبات[17].

في المستقبل، يمكن للمرء أن يتصور أنه يمكن أن تنجز أكثر الوظائف خطورة من قبل إنساليات يتحكم فيها بشر بهذه الطريقة. يقول الدكتور نيكوليليس: «من المحتمل أن نتمكن من تشغيل مبعوثين وسفراء وإنساليات وسفن فضائية بأشكال وأحجام مختلفة، ترسل من قبلنا لاستكشاف الكواكب والنجوم الأخرى في مناطق نائية من الكون يجري التحكم فيها عن بعد»[18].

على سبيل المثال، في العام 2010 شهد العالم برعب منظر 5 ملايين برميل من النفط الخام تتسرب من دون توقف إلى خليج المكسيك. كان تسرب هورايزون في المياه العميقة إحدى أضخم الكوارث النفطية في التاريخ، ومع ذلك كان المهندسون بلا حول ولا قوة تقريبا لمدة ثلاثة أشهر. حاولت الغواصات الإنسالية التي يجري التحكم فيها عن بعد لأسابيع إغلاق البئر عبثا، لأنها افتقرت إلى المرونة والمهارة اللازمتين لإنجاز المهمة تحت الماء. لو كانت الغواصات البديلة، التي هي أكثر حساسية في تداول الآلات، متوافرة، فلربما استطاعت إغلاق البئر في الأيام الأولى من التسرب، موفرة بذلك مليارات الدولارات التي ذهبت للإنفاق على الأضرار التي لحقت بالممتلكات والتعويضات للدعاوى القضائية.

الإمكانية الأخرى هي أن تدخل غواصات بديلة يوما ما جسم الإنسان، وتجري عمليات جراحية دقيقة داخله. استكشفت هذه الفكرة في فيلم «رحلة مثيرة» (Fantastic Voyage) من تمثيل راكيل ويلش، حيث قلصت غواصة إلى حجم خلية دموية واحدة ثم حقنت في تيار الدم لشخص يعاني جلطة دماغية. تخالف الذرات المتقلصة هذه قوانين فيزياء الكم، لكن يوما ما قد تتمكن الـ MEMS(*) (أنظمة ميكانيكية كهربائية ميكروية) بحجم الخلايا، من الدخول في تيار دم شخص. هذه الأنظمة (MEMS) آلات نانوية صغيرة بشكل لا يصدق، بحيث يمكن وضعها على رأس دبوس. تستخدم هذه الأنظمة (MEMS) تقنية النقش ذاتها المستخدمة في وادي السيليكون، التي يمكنها وضع مئات الملايين من أنصاف النواقل على شريحة بحجم ظفرك. يمكن صنع آلة معقدة بمسننات وأحزمة وحتى محركات أصغر من النقطة في نهاية هذه الجملة. ربما يستطيع شخص ما أن يلبس خوذة تخاطر ثم يصدر أمرا إلى غواصة MEMS باستخدام تقنية لاسلكية لإجراء جراحة داخل جسم المريض.

لذا، ربما تفتح تقنية الـ MEMS حقلا جديدا تماما في الطب، مبنيا على آلات ميكروية تدخل جسم الإنسان. ربما توجه هذه الغواصات الـ MEMS مجسات نانوية وهي تدخل الدماغ، بحيث تتصل بالضبط بالأعصاب اللازمة. بهذه الطريقة

(*) micro – electrical – mechanical systems.

ربما تتمكن المجسات النانوية من التقاط الإشارات من حفنة من العصبونات المسؤولة عن تصرفات معينة وإرسالها. وسيجري التخلي عن طريقة التجربة والخطأ المتبعة حاليا في حشر الأقطاب داخل الدماغ.

المستقبل

على المدى القصير، ربما تخفف هذه التطورات المثيرة جميعها التي تجري في مختبرات حول العالم معاناة المصابين بالشلل والأمراض المقعدة الأخرى. باستخدام قوة عقولهم، سيتمكن هؤلاء من التواصل مع أحبائهم، والتحكم في كراسيهم المتحركة وأسرّتهم، والسير بأطراف ميكانيكية موجهة عقليا، واستخدام الأدوات المنزلية، والتمتع بحياة شبه عادية.

لكن على المدى الطويل، يمكن أن تكون لهذه التطورات تأثيرات اقتصادية وعملية عميقة بالنسبة إلى العالم. بحلول منتصف القرن الحالي ربما يصبح التفاعل مع الحواسيب بواسطة العقل مباشرة أمرا عاديا. وبما أن صناعة الحاسوب تقدر بعدة تريليونات من الدولارات، ويمكنها أن تخلق مليارديرات من الشباب والمؤسسات بين عشية وضحاها، فإن التطورات في عملية تواصل الدماغ- الحاسوب ستكون لها أصداء في شارع وول ستريت للأعمال- وفي غرفة معيشتك أيضا.

ربما ستختفي في النهاية الأدوات التي نستخدمها للتواصل مع الحاسوب (كالمشيرة ولوحة المفاتيح... إلخ). في المستقبل، ربما نعطي ببساطة أوامر عقلية، وستنفذ رغباتنا بصمت بواسطة شرائح صغيرة في البيئة. وبينما نجلس في مكاتبنا، ونتجول في الحديقة، ونتطلع في واجهات المحلات، أو نسترخي فقط، يمكن لعقولنا أن تتفاعل مع عدد من الشرائح المخبأة ما يسمح لنا عقليا بأن نوازن موازنتنا، ونرتب شراء تذاكر مسرحية، أو نجري حجوزات.

ربما يستخدم الفنانون هذه التقنية بشكل مفيد أيضا. لو استطاعوا تخيّل أعمالهم الفنية في عقولهم، يمكن عرض هذه الصورة عبر حساسات EEG على شاشة ثلاثية الأبعاد. وبما أن الصورة في الذهن ليست بدقة الجسم الأصلي، فإنه يمكن للفنان أن يجري بعض التطويرات على الصورة ثلاثية الأبعاد، ثم يحلم بالصورة المكررة التالية. وبعد عدة محاولات يمكن للفنان أن يطبع الصورة النهائية على طابعة ثلاثية الأبعاد.

بالمثل، سيستطيع المهندسون أن يصنعوا نماذج قياسية لجسور وأنفاق ومطارات ببساطة باستخدام خيالهم. يمكنهم أيضا أن يجروا بسرعة تغييرات على مخططاتهم من خلال التفكير فقط. يمكن لقطع الآلات أن تقفز من شاشة حاسوب إلى طابعة ثلاثية الأبعاد.

مع ذلك، فقد ادعى بعض النقاد أن لقوى التحريك بالعقل هذه عيبا كبيرا واحدا: افتقارها إلى الطاقة. في الأفلام، تمتلك الكائنات المتفوقة القدرة على تحريك جبال باستخدام التفكير فقط. في فيلم «رجال إكس: الوقفة الأخيرة» (X-Men: The Last Stand)، كان لدى الشرير القوي ماغنيتو القدرة على تحريك جسر غولدن غيت بإشارة من أصابعه، غير أن جسم الإنسان يمكنه السيطرة على خمسة أحصنة من الطاقة فقط، وهي قوة صغيرة جدا للقيام بالأعمال الخارقة التي نراها في الروايات المصورة. لذا تبدو الإنجازات الهرقلية للمخلوقات الفائقة التي تستخدم التحريك بالعقل مجرد خيال.

على الرغم من ذلك، هناك حل وحيد لمشكلة الطاقة هذه. ربما تستطيع وصل أفكارك بمصدر للطاقة، والذي سيضخم طاقتك ملايين المرات. بهذه الطريقة يمكنك الاقتراب من قوة الآلهة. في حلقة من مسلسل «ستار ترك»، يسافر الطاقم إلى كوكب بعيد، ويلتقون مخلوقا شبيها بالإله يدعي أنه أبولو، إله الشمس لدى الإغريق. كان بإمكانه إنجاز أعمال خارقة أدهشت طاقم السفينة. ادعى أنه زار الأرض منذ دهور، حيث عبده سكانها. غير أن الطاقم الذين كانوا لا يؤمنون بالآلهة شكوا في الأمر. بعد ذلك أدركوا أن هذا «الإله» يتحكم عقليا في مصدر مخبأ للطاقة يؤدي الحيل السحرية. عندما حطم مصدر الطاقة هذا أصبح مجرد كائن عادي فان.

بالمثل، ربما تتحكم عقولنا في المستقبل بمصدر للطاقة سيمنحنا قوى فائقة. على سبيل المثال، ربما يستغل عامل بناء بالتخاطر مصدرا للطاقة ليحرك آلة ثقيلة. ربما سيستطيع عامل وحيد أن يبني أبنية وبيوتا معقدة بمجرد استخدام قوة عقله. ستُنجَز عمليات الرفع الثقيلة كلها بواسطة مصدر للطاقة، وسيشبه عامل البناء قائد أوركسترا ينسق حركة الروافع والحفارات الضخمة بواسطة التفكير فقط.

يبدأ العلم باللحاق بالخيال العلمي بطريقة أخرى. كان من المفترض أن تتم قصة «حرب النجوم» في وقت تمتد فيه الحضارات لتشمل المجرة بأكملها. في المقابل،

سيُحفظ سلام المجرة من قبل فرسان الجيداي، وهم فريق مدرب جيدا من المحاربين يستخدمون «القوة» لقراءة العقول وتوجيه سيوفهم الضوئية.

وعلى الرغم من ذلك، لا يحتاج المرء إلى انتظار أن نستعمر المجرة بكاملها كي نبدأ بتصور القوة. كما رأينا، فإن بعض نواحي القوة ممكنة اليوم، كأن نستطيع الدخول إلى أفكار الآخرين باستعمال أقطاب ECOG أو خوذ الـ EEG. لكن قوى التحريك بالعقل لفرسان الجيداي ستصبح أيضا ممكنة مع تعلّمنا تطويع مصدر للطاقة بواسطة عقولنا. يمكن لفرسان الجيداي على سبيل المثال أن يحصلوا على سيوف ضوئية ببساطة بالتلويح بأيديهم، لكننا نستطيع مسبقا إنجاز المهمة ذاتها باستغلال قوة المغناطيسية (كما يمكن لمغناطيس في آلة رنين مغناطيسي MRI رمي مطرقة عبر الغرفة). وبتنشيط مصدر الطاقة عقليا، يمكنك أن تلتقط سيوفا ضوئية من الغرفة بالتقنية الحالية.

قوة الإله

يحصر التحريك بالعقل على إله أو بطل خارق. في عالم الأبطال الخارقين الذين يظهرون في أفلام هوليوود الجماهيرية، ربما كانت أقوى شخصية منها هي فينكس (العنقاء)، وهي امرأة تحرك بالعقل ويمكنها تحريك أي جسم كما تشاء. وكعضو في رجالX-Men ، يمكنها أن ترفع آلة ثقيلة، وتوقف فيضانات، أو ترفع طائرة نفاثة بقوة عقلها (مع ذلك، عندما تستهلك في النهاية الجانب المظلم من طاقتها، تمضي في هياج كوني قادر على إشعال أنظمة شمسية بأكملها وتدمير نجوم. قوتها عظيمة جدا ولا يمكن التحكم فيها، بحيث تقودها في النهاية إلى أن تدمر ذاتها).

لكن إلى أي مدى يمكن للعلم أن يمضي لتطويع قوى التحريك بالعقل؟

في المستقبل، حتى بوجود مصدر طاقة خارجي لتضخيم أفكارنا، من غير المحتمل أن يستطيع الناس بقدرات تحريك عقلية أن يحركوا أجساما كقلم رصاص أو كوب قهوة كما يشاؤون. وكما ذكرنا، هناك فقط أربع قوى رئيسة معروفة تحكم العالم، ولا تستطيع أي منها أن تحرك الأجسام ما لم يوجد مصدر طاقة خارجي (المغناطيسية تكاد تفعل ذلك، لكن المغناطيسية يمكنها تحريك الأجسام المغناطيسية فقط. يمكن للأجسام المصنوعة من البلاستيك أو الماء أو الخشب أن تمر بسهولة خلال الحقول

المغناطيسية). التحليق أو الرفع البسيط Levitation، وهو خدعة تعرض في معظم عروض السحرة، هو فوق قدرتنا العلمية.

لذا حتى بوجود مصدر طاقة خارجي، من غير المحتمل أن يستطيع شخص يحرّك بقوة العقل أن يحرك الأجسام حوله كما يريد. لكن هناك تقنية ربما تقترب من ذلك، وهي القدرة على تغيير جسم إلى جسم آخر.

هذه التقنية تدعى «مادة قابلة للبرمجة»، وقد أصبحت موضع بحث معمّق في شركة إنتل. الفكرة وراء المادة القابلة للبرمجة هي صنع شرائح حاسوبية ميكروية صغيرة جدا «كاتومات» (catoms) . يمكن التحكم في كل كاتوم لاسلكيا، ويمكن برمجتها بحيث تغيّر الشحنة الكهربائية على سطحها فتلتصق بكاتومات أخرى بطرق مختلفة. وببرمجة الشحنات الكهربائية بطريقة ما تلتصق الكاتومات بعضها مع بعض لتشكل هاتفا خليويا مثلا. اضغط على زر لتغيير برمجتها، فتعيد الكاتومات ترتيب نفسها لتعيد تشكيل جسم آخر مثل حاسوب شخصي.

شاهدت تجربة على هذه التقنية في جامعة كارنيغي ميلون في بيتسبرغ، حيث استطاع العلماء صنع شريحة بحجم نقطة[19]. ولاختبار هذه الكاتومات، كان عليَّ أن أدخل «غرفة نظيفة» مرتديا بدلة بيضاء خاصة وحذاء بلاستيكيا وقبعة لمنع حتى أصغر دقائق الغبار من الدخول. ثم بالنظر في مجهر استطعت أن أرى الدارة المعقّدة ضمن كل كاتوم، والتي تجعل من الممكن برمجتها لاسلكيا بحيث تغير الشحنة الكهربائية على سطحها. بالطريقة ذاتها نستطيع برمجة البرمجيات اليوم، وربما أصبح من الممكن في المستقبل برمجة الأجزاء الصلبة.

الخطوة التالية هي تحديد فيما إذا كان باستطاعة هذه الكاتومات أن تندمج لتشكل أجساما مفيدة، ومعرفة ما إذا كان من الممكن تغييرها أو تحويلها إلى أجسام أخرى كما نشاء. قد يستغرق الأمر حتى منتصف القرن قبل أن تكون لدينا نماذج أولية من المادة القابلة للبرمجة. وبسبب صعوبة برمجة مليارات الكاتومات، يجب خلق حاسوب خاص لتنسيق الشحنة على كل كاتوم. ربما بنهاية هذا القرن سيكون من الممكن التحكم عقليا في هذا الحاسوب بحيث نستطيع تغيير جسم إلى جسم آخر. ليس علينا أن نحفظ الشحنات والشكل ضمن جسم ما، سنعطي فقط الأمر العقلي إلى الحاسوب ليغير جسما ما إلى جسم آخر.

في النهاية ربما تكون لدينا فهارس تسجل الأجسام المختلفة كلها القابلة للبرمجة، كالأثاث والأدوات المنزلية والإلكترونيات. ثم بالاتصال تخاطريا بالحاسوب، سيكون من الممكن تغيير جسم ما إلى جسم آخر. يمكن إعادة تزيين غرفة معيشتك وإعادة نمذجة مطبخك وشراء هدايا عيد الميلاد عقليا.

قصة الأخلاق

إن تحقيق كل الرغبات أمر لا يمكن أن ينجزه سوى إله. وعلى الرغم من ذلك، هناك جانب سلبي لهذه القوة السماوية. التقنيات كلها يمكن أن تستخدم للخير أو للشر. في النهاية، العلم سيف ذو حدين. أحد حدي السيف يمكن أن يقضي على الفقر والمرض والجهل. غير أن الحد الآخر يمكنه أن يقطع لغير مصلحة الناس، وبطرق مختلفة.

يمكن لهذه التقنيات أن تجعل الحروب أكثر سوءا. ربما سيكون القتال يوما ما بين بديلين، مزودين بمجموعة من الأسلحة ذات التقنية العالية. سيطلق المحاربون الحقيقيون وهم جالسون بأمان على بعد آلاف الأميال وابلا من الأسلحة الأحدث بتقنية عالية، مع اعتبار ضئيل للضرر المرافق الذي تحدثه للمدنيين. على الرغم من أن الحروب التي تخاض ببدلاء ربما تحافظ على حياة الجنود أنفسهم، غير أنها ربما تسبب أيضا أضرارا مخيفة للمدنيين وللأملاك.

المشكلة الأكبر هي أن هذه القوة قد تكون أيضا كبيرة جدا بالنسبة إلى أي مخلوق عادي ليتحكم فيها. في الرواية «كاري» Carrie استكشف المؤلف ستيفن كينغ عالم بنت صغيرة كانت توبَّخ باستمرار من قبل زملائها. نبذت من المحيطين بها، وأصبحت حياتها سلسلة لا تنتهي من الإهانات والإذلال. لكن معذبيها لم يكونوا يعرفون شيئا واحدا عنها: كانت تستطيع تحريك الأشياء بالعقل.

بعد أن تحملت الإهانات، وتلطخت ثيابها بالدماء في حفلة المدرسة، انهارت أخيرا. استدعت كل قوتها وقدرتها على التحريك بالعقل لحبس زملائها، ثم القضاء عليهم فردا فردا. قررت أخيرا أن تحرق المدرسة بأكملها. لكن قدرتها على التحريك بالعقل كانت أكبر من أن تسيطر عليها. في النهاية، تهلك هي أيضا بالنار التي أشعلتها.

لا يمكن لقوة التحريك بالعقل الهائلة أن ترتد على صاحبها فقط، بل هناك مشكلة أخرى أيضا. حتى لو اتخذت جميع الاحتياطات لفهم هذه القوة وتطويعها،

يمكن لها أن تبقى قادرة على تحطيمك إذا كانت، وللمفارقة، مطيعة جدا لأفكارك وأوامرك. عندها، الأفكار نفسها التي تفكر فيها قد تعني نهايتك.

بُني فيلم «الكوكب المحظور» (1956) (Forbidden Planet) على مسرحية «العاصفة» لوليام شكسبير، والتي تبدأ بلجوء ساحر وابنته إلى جزيرة معزولة. لكن في الفيلم، يلجأ بروفيسور وابنته إلى كوكب بعيد كان يوما موطن حضارة الكريل Krell، وهي حضارة تتقدمنا بملايين السنين. كان أعظم إنجازاتهم صنع جهاز يعطيهم القوة النهائية للتحريك بالعقل، والقدرة على التحكم في المادة بكل أشكالها بواسطة العقل. أي شيء يريدونه يتجسّد فورا أمامهم. كانت هذه هي القوة على إعادة تشكيل الواقع نفسه بحسب رغباتهم. مع ذلك، فعشية انتصارهم النهائي، وبينما هم يقومون بتشغيل هذا الجهاز يختفون فجأة من دون أي أثر. ما الذي يمكن أن يكون قد دمر أكثر الحضارات تقدما؟

عندما يهبط طاقم من سكان الأرض على الكوكب لإنقاذ الرجل وابنته، يعثرون على وحش مخيف يقطن الكوكب، ويقتل أعضاء الطاقم كما يريد. في النهاية يكتشف أحد أعضاء الطاقم السر خلف حضارة الكريل والوحش. قبل أن يموت يتنهد «وحوش من العقل الباطن».

ثم تخطر الحقيقة الصادمة فجأة على بال البروفيسور. الليلة ذاتها التي شغل فيها الكريل آلتهم للتحريك بالعقل، استغرقوا في النوم. وفجأة، تجسدت الرغبات المكبوتة في عقولهم الباطنة كلها. كانت الرغبات والشهوات الحيوانية من تاريخهم السحيق مدفونة في الوعي الباطن لهذه المخلوقات المتطورة جدا. تحققت كل شهوة، وكل حلم بالانتقام، فجأة، لذا فقد دمّرت هذه الحضارة العظيمة نفسها بين عشية وضحاها. لقد انتصروا على عوالم كثيرة، لكن بقي هناك شيء واحد لم يستطيعوا قهره: عقولهم الباطنة نفسها.

وهذا درس لأي شخص يرغب في إطلاق قوة التحريك بالعقل. فضمن العقل تجد أشرف إنجازات البشرية وأفكارها، غير أنك ستجد أيضا وحوشا قابعة في العقل الباطن.

تغيير من نحن: ذكرياتنا وذكائنا

حتى الآن ناقشنا قوة العلم في توسيع قدراتنا العقلية عبر التخاطر والتحريك بالعقل. غير أننا نبقى كما نحن بشكل أساسي، ولا تفعل هذه التطورات أي شيء لتغيير مضمون من نحن. وعلى الرغم من ذلك هناك جبهة جديدة تماما تنفتح الآن وتغير طبيعة ما يعني أن نكون بشرا. باستخدام أحدث ما تم التوصل إليه في علم الجينات والكهرطيسية والمعالجة الدوائية، ربما يصبح من الممكن في المستقبل القريب تغيير ذكرياتنا وحتى تطوير ذكائنا. إن فكرة تسجيل الذاكرة وتعلم مهارات معقدة بين ليلة وضحاها وأن تصبح فائق الذكاء، تغادر ببطء حقل الخيال العلمي.

نحن نضيع من دون ذاكراتنا، ونبحر بلا هدف في بحر من الرغبات التي لا معنى لها، غير قادرين على فهم الماضي بأنفسنا. فما الذي يحدث لو استطعنا يوما ما إدخال ذكريات صناعية إلى داخل أدمغتنا؟ ما الذي سيحدث عندما نستطيع أن نصبح أسياد أي علم بتحميل الملف ببساطة إلى ذاكرتنا؟ وما الذي يحدث لو لم نستطع أن نعرف الفارق بين الذكريات الحقيقية والمزورة؟ من نكون إذن؟

ينتقل العلماء من كونهم مراقبين محايدين للطبيعة، إلى مغيرين فاعلين ومنمذِجين لها. وهذا يعني أننا قد نستطيع التحكم في الذكريات والأفكار والذكاء والوعي. وبدلا من مجرد مشاهدة الآليات المعقدة للعقل، سيكون من الممكن في المستقبل تنسيقها.

لذا دعنا الآن نجيب عن هذا السؤال: هل يمكننا تنزيل الذكريات؟

لو كانت عقولنا بسيطة بما يكفي لفهمها، فلن نكون أذكياء بما يكفي لفهمها .

غير معروف

5

ذكريات وأفكار مصنَّعة حسب الطلب

نيو (Neo) هو الأوحد. هو وحده القادر على قيادة بشرية مهزومة إلى الانتصار على الآلات. فقط نيو يستطيع تحطيم الشبكة Matrix، التي زرعت ذكريات زائفة في أدمغتنا للتحكم فينا.

في مشهد أصبح كلاسيكيا الآن من فيلم «الشبكة» The Matrix، يحاصر الأشرار الذين يحرسون الشبكة في النهاية نيو. ويبدو أن آخر أمل للبشرية كان على وشك الانتهاء. لكن نيو كان قد دسّ مسبقا قطبا في مؤخرة رقبته يمكنه تنزيل مهارات تقنية - مادية فورا إلى دماغه. وخلال ثوان يصبح نيو متمرسا في لعبة الكاراتيه، ويستطيع منازلة الأشرار برفسات هوائية أخاذة، وضربات محكمة جيدا.

في فيلم «االشبكة»، تعلم المهارات المدهشة لخبير في لعبة الكاراتيه ليس أصعب من حشو

«يخشى بعض الأخلاقيين أن تكون هذه الذكريات الزائفة واضحة جدا بحيث إننا سنفضل إعادة تجربة عيش الحياة الافتراضية بدلا من أن نخوض تجارب الحياة الحقيقية».

قطب في دماغك والضغط على زر «تنزيل». ربما سنستطيع نحن أيضا يوما ما تنزيل ذاكرات ستزيد إمكاناتنا بشكل كبير.

لكن ما الذي سيحدث عندما تكون الذاكرات المنزلة إلى دماغك زائفة؟ في فيلم «استدعاء تام» Total Recall تنزل معلومات زائفة على دماغ آرنولد شوارزنيغر، بحيث يصبح التمييز بين الخيال والواقع مشوشا تماما. يقاتل آرنولد الأشرار في المريخ حتى نهاية الفيلم بشجاعة، ليدرك فجأة أنه هو نفسه زعيمهم. يصدم حينما يعلم أن ذكرياته كشخص عادي ومواطن ملتزم بالنظام مصنعة بالكامل.

إن هوليوود مولعة بأفلام تستكشف فيها العالم الساحر والخيالي للذكريات المصنّعة. هذا كله بالطبع مستحيل بحسب التقنية الحالية، لكن يمكن للمرء أن يتخيل يوما ما بعد عدة عقود من الآن تحشر فيه الذكريات المصنّعة حقا في الدماغ.

كيف نتذكر؟

مثل فينياس غيج، فإن الحالة الغريبة لهنري موليسون، المعروف في المراجع العلمية ببساطة بـ HM، خلقت حماسا في حقل علم الأعصاب قاد إلى الاختراقات الأساسية في فهم أهمية الحصين في تشكيل الذكريات.

في سن التاسعة عانى HM من إصابات في الرأس إثر حادث سبب له اضطرابات مقعِدة. في العام 1953، عندما كان في سن الخامسة والعشرين، أجريت له عملية جراحية نجحت في التخفيف من أعراضه. لكن مشكلة أخرى ظهرت لأن الجراحين قطعوا بالخطأ جزءا من الحصين. في البداية، بدا HM عاديا، لكن أصبح من الواضح بعد وقت قصير أن شيئا سيئا جدا قد حدث له؛ لم يعد يستطيع الاحتفاظ بذكريات جديدة. بدلا من ذلك عاش باستمرار في الماضي، محييا الأشخاص أنفسهم عدة مرات في اليوم وبالتعبيرات نفسها، كأنه يراهم للمرة الأولى. كل ما ذهب إلى ذاكرته بقي هناك دقائق فقط قبل أن يختفي. ومثل بيل موراي في فيلم «يوم جرذ الأرض» Growndhog Day، قدر على HM أن يعود ليعيش اليوم نفسه، مرة بعد أخرى، لبقية حياته، لكن على العكس من شخصية بيل موراي لم يكن باستطاعته تذكر الإعادات السابقة. بقيت ذاكرته على المدى البعيد على الرغم من ذلك سليمة، وكان يستطيع تذكر حياته قبل إجراء العملية. لكن من دون حصين عامل، كان HM غير

قادر على تسجيل خبراته. على سبيل المثال، كان يرتعب إذا نظر في المرآة لأنه كان سيرى وجه رجل طاعن في السن بينما يعتقد أنه مازال في سن الخامسة والعشرين. لكن لحسن الحظ، ذكرى رعبه ستتلاشى بسرعة هي أيضا في الضباب. بمعنى آخر، كان HM مثل حيوان بمستوى 2 من الوعي، غير قادر على تذكر الماضي القريب وتمثيل المستقبل. ومن دون حصين عامل، انحدر من المستوى 3 للوعي إلى المستوى 2.

اليوم أعطتنا تطورات أخرى في علم الأعصاب أوضح صورة حتى الآن عن كيفية تشكّل الذكريات وتخزينها، ومن ثم استدعائها. يقول الدكتور ستيفن كوسلين عالم الأعصاب في هارفارد: «لقد جاءت كلها خلال السنوات القليلة الماضية بفضل تطورين تقنيين: تقنية الحواسيب، وتقنية مسح الدماغ الحديثة»[1].

كما نعلم، يجب أن تمر المعلومات الحسية (كالرؤية واللمس والتذوق) من خلال جذع الدماغ إلى المهاد، الذي يعمل كمحطة توزيع، بحيث توجه الإشارات إلى الفصوص الحسية المختلفة للدماغ ليجري هناك تقييمها. تصل البيانات المعالجة في الفصوص إلى القشرة أمام الجبهية حيث تدخل وعينا وتشكّل ما نعتبره ذاكرتنا على المدى القصير، حيث تتراوح بين بضع ثوان وعدة دقائق (انظر الشكل 11).

لتخزين هذه المعلومات فترة أطول يجب أن تمر المعلومات بعد ذلك خلال الحصين، حيث تصنف الذكريات إلى أصناف مختلفة. وبدلا من تخزين الذكريات كلها في منطقة واحدة من الدماغ، كما يحدث في جهاز تسجيل أو قرص صلب، يعيد الحصين توجيه الأجزاء إلى القشريات المختلفة (تخزين الذكريات بهذه الطريقة في الحقيقة أكثر فاعلية من تخزينها بشكل متسلسل كما في المسجلة. لو كانت الذاكرة البشرية تخزن الذكريات بالتسلسل، مثل شريط الحاسوب، فإن هناك حاجة إلى قدر هائل من الذاكرة للتخزين. وفي الحقيقة، قد تتبنى أنظمة التخزين الرقمية في المستقبل هذه الحيلة من الدماغ الحي، بدلا من تخزين ذكريات بكاملها على التسلسل). على سبيل المثال تخزن الذكريات العاطفية في اللوزة، غير أن الكلمات تخزن في الفص الصدغي، بينما تجمع معلومات الألوان والبيانات المرئية الأخرى في الفص القذالي، ويقبع حس اللمس والحركة في الفص الجداري. ميز العلماء حتى الآن أكثر من عشرين صنفا من الذكريات تخزن في مناطق مختلفة من الدماغ بما في ذلك الفواكه والخضراوات، والنباتات، والحيوانات، وأعضاء الجسم، والألوان، والأعداد،

والحروف، والأسماء، والأفعال، والأسماء الصحيحة، والوجوه، وتعبيرات الوجه، والعواطف، والأصوات المختلفة(2).



الشكل (11): يظهر هذا الشكل الطريق المتبع لخلق الذكريات. تمر الاستجابات من الأحاسيس خلال جذع الدماغ ثم إلى المهاد ثم إلى القشرات المختلفة ثم إلى القشرة أمام الجبهية. ثم تعود لتمر بالحصين لتشكل الذكريات على المدى الطويل.

ذكرى واحدة - كالمشي في حديقة، مثلا - تشمل معلومات تقسم وتخزن في مناطق مختلفة من الدماغ، لكن إعادة تذكر جزء من هذه الذكرى (كرائحة العشب المقصوص حديثا) ترسل فورا إلى الدماغ لجمع الأجزاء بعضها مع بعض لتشكل مجموعة متماسكة. لذا فالهدف النهائي من البحث في الذاكرة هو معرفة كيفية إعادة تجميع هذه الأجزاء المتفرقة عند تذكر خبرة ما. تدعى هذه «مشكلة الربط»،

ويمكن أن يفسر حلها العديد من النواحي المحيرة في الذاكرة. على سبيل المثال، حلل الدكتور أنطونيو داماسيو مرضى السكتات الدماغية الذين يفشلون في تمييز ذكريات معينة، حتى إن كانوا قادرين على استذكار كل شيء آخر، لأن السكتة أثرت على منطقة واحدة معينة فقط من الدماغ، حيث خزّنت تلك الذكرى[3].

تصبح مشكلة الربط أكثر تعقيدا لأن ذكرياتنا وخبراتنا شخصية للغاية. ربما عدلت الذكريات لتناسب الشخص، بحيث لا تتطابق أصناف ذكريات شخص ما مع أصناف ذكريات شخص آخر. متذوقو الخمر على سبيل المثال ربما كانت لهم أصناف عدة لتمييز الاختلافات الدقيقة في المذاق، بينما قد يمتلك الفيزيائيون أصنافا أخرى لمعادلات معينة. فالأصناف بعد هذا كله هي نواتج ثانوية للخبرة، وبالتالي قد يمتلك أشخاص مختلفون أصنافا مختلفة.

يستخدم حل مبتكر لمشكلة الربط حقيقة وجود اهتزازات كهرطيسية تهتز عبر الدماغ بأكمله عند نحو أربعين دورة في الثانية، يمكن التقاطها بواسطة مسوحات الـ EEG. ربما يهتز جزء من الذاكرة عند تردد دقيق جدا، ويحرض جزءا آخر من الذاكرة مخزنا في منطقة بعيدة من الدماغ[4]. في السابق، اعتُقد أن الذكريات ربما تخزن فيزيائيا متقاربة بعضها من بعض، غير أن هذه النظرية الجديدة تقول إن الذكريات لا ترتبط مكانيا بل زمانيا، بالاهتزاز بتردد واحد. لو أن هذه النظرية صحيحة، فهذا يعني أن هناك اهتزازات كهرطيسية تتدفق باستمرار خلال الدماغ بأكمله، رابطة مناطق مختلفة منه، وبالتالي معيدة تشكيل ذكريات كاملة. وبذلك فإن التدفق المستمر للمعلومات بين الحصين والقشرة أمام الجبهية والمهاد والقشرات المختلفة ربما لا يكون عصبيا بحتا. بعض هذا التدفق ربما يكون على شكل رنين أو صدى عبر بنى دماغية مختلفة.

تسجيل ذاكرة

للأسف مات HM في العام 2008 عند سن الثانية والثمانين، قبل أن يستفيد من بعض النتائج المدهشة التي حققها العلم: القدرة على صنع حصين اصطناعي ثم حشر ذكريات فيه. هذا شيء من أدب الخيال العلمي مباشرة، غير أن العلماء في جامعتي ويك فورست وكارولينا الجنوبية حققوا إنجازا تاريخيا عندما استطاعوا

تسجيل ذاكرة فأر وتخزينها رقميا في حاسوب. كانت هذه تجربة للبرهنة على مبدأ أن حلم تنزيل ذكريات على الدماغ ربما يصبح حقيقة واقعة يوما ما.

في البداية تبدو مجرد فكرة تنزيل ذكريات على الدماغ حلما مستحيلا، لأنه كما رأينا تخلق الذكريات بمعالجة عدد من الخبرات الحسية، وتخزن بعد ذلك في أماكن عدة في قشرة الدماغ الجديدة (Neocortex) والجهاز الحوفي. لكن كما نعلم من HM، هناك مكان واحد تمر منه الذكريات كلها، وتحول إلى ذكريات على المدى البعيد: الحصين. يقول رئيس الفريق الدكتور ثيودور بيرغر من جامعة جنوب كاليفورنيا «إن لم تستطع فعلها في الحصين، فلن تستطيع أن تفعلها في أي مكان آخر»[5].

بدأ العلماء في جامعتي ويك فوريست وجنوب كاليفورنيا أولا بملاحظة حصلوا عليها من مسوحات الدماغ، وهي وجود مجموعتين من العصبونات على الأقل في حصين الفأر، دعيتا CA1 وCA3، تتواصلان كلاهما مع الآخر عند تعلم كل مهمة جديدة. بعد تدريب الفأر على كبس قضيبين، الواحد بعد الآخر، من أجل الحصول على الماء، راجع العلماء ما اكتشفوه وحاولوا فك شفرة هذه الرسائل التي بدت محبطة في البداية، لأن الإشارات بين هاتين المجموعتين من العصبونات لم تتبع نمطا معينا. لكن بمراقبة الإشارات ملايين المرات استطاعوا في النهاية تحديد التحريض الكهربائي الذي يخلق استجابة خارجة. وباستخدام مجسات وضعت في حصين الفأر استطاع العلماء تسجيل الإشارات بين CA1 وCA3 عندما تعلم الفأر كبس القضيبين على التسلسل.

ثم حقن العلماء الفأر بمادة كيميائية معينة جعلته ينسى المهمة. وأخيرا، أعادوا إدخال الذكرى إلى دماغ الفأر نفسه. بصورة مدهشة، عادت ذكرى المهمة، واستطاع الفأر إعادة إنتاج المهمة الأصلية بنجاح. أساسا، صنعوا حصينا اصطناعيا لديه القدرة على نسخ ذاكرة رقمية «أدر المفتاح يصبح لدى الحيوان ذاكرة؛ أغلقه يفقدها»[6]. يقول الدكتور بيرغر «إنها خطوة مهمة جدا، لأنها المرة الأولى التي نفهم فيها الأمر بمجمله».

وكما قال جويل ديفيس من مكتب رئيس العمليات البحرية، التي موّلت هذا البحث: «إن استخدام أجهزة مزروعة لتحسين الكفاءة قادم. إنها مسألة وقت فقط»[7].

ليس من المستغرب أن تنطلق هذه البحوث بسرعة كبيرة جدا، نظرا إلى أهميتها[8]. في العام 2013 حصل اختراق آخر، هذه المرة في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT من قبل علماء استطاعوا ليس فقط زرع ذكريات عادية في الفأر، بل زرعوا ذكريات زائفة أيضا. وهذا يعني أنه قد تزرع يوما ما في الدماغ ذكريات حوادث لم تحدث قط، وسيكون لهذا تأثير عميق في مجالات التعليم والتسلية.

استخدم علماء MIT تقنية دعيت الجينات الضوئية (التي سنناقشها أكثر في الفصل الثامن)، والتي تسمح لك بتسليط ضوء على عصبونات معينة من أجل تنشيطها. باستخدام هذه الطريقة القوية، يمكن للعلماء أن يحددوا العصبونات المسؤولة عن ذكريات معينة.

لنفترض أن فأرا يدخل غرفة ما ويصاب بصدمة. يمكن في الحقيقة عزل العصبونات المسؤولة عن ذكرى هذه الحادثة المؤلمة، وتسجيلها بتحليل الحصين. ثم يوضع الفأر في غرفة مختلفة تماما من دون أن يصاب بأي أذى على الإطلاق. وبتسليط الضوء على ليف بصري، يمكن للمرء أن يستخدم الجينات الضوئية لتنشيط ذكرى الصدمة، وهنا يظهر الفأر استجابة الخوف ذاتها، على الرغم من أن الغرفة الثانية آمنة تماما.

بهذه الطريقة استطاع علماء MIT ليس فقط زرع ذكريات عادية، بل زرعوا أيضا ذكريات لحوادث لم تحدث قط. ربما تعطي هذه التقنية هوليوود يوما ما شكلا جديدا تماما من التسلية.

حصين اصطناعي

في الوقت الحالي، الحصين الاصطناعي بدائي، ويستطيع تسجيل ذكرى واحدة فقط كل مرة. غير أن هؤلاء العلماء يخططون لزيادة تعقيد الحصين الاصطناعي بحيث يستطيع تخزين أنواع مختلفة من الذكريات، وتسجيلها لحيوانات مختلفة، وتشغيلها في النهاية على القرود. إنهم يخططون أيضا لجعل هذه التقنية لاسلكية باستبدال الأسلاك براديوات صغيرة جدا، بحيث يمكن تنزيل الذاكرات عن بعد من دون الحاجة إلى أقطاب مزعجة تركب في الدماغ.

ولأن الحصين يتعلق بعملية معالجة الذكريات لدى البشر، يتطلع العلماء إلى تطبيقات محتملة كبيرة في معالجة السكتات الدماغية والعته ومرض ألزهايمر

ومجموعة من المشكلات الأخرى التي تحدث عندما يحصل عطب في هذه المنطقة من الدماغ.

بالطبع لا بد من تجاوز عقبات كثيرة. وعلى الرغم من كل ما تعلمناه حول الحصين منذ حادثة HM، فإنه يبقى كالصندوق الأسود لا تعرف آليات عمله الداخلية. ونتيجة لذلك فإنه ليس من الممكن بناء ذاكرة من لا شيء، لكن عندما تنفذ مهمة وتعالج الذاكرة، فمن الممكن تسجيلها وتشغيلها مرة أخرى.

اتجاهات مستقبلية

سيكون العمل مع حصين القردة والبشر أكثر صعوبة، بما أن الحصين لديهم أكبر وأكثر تعقيدا بكثير. الخطوة الأولى هي خلق خريطة عصبية مفصّلة للحصين. وهذا يعني وضع أقطاب في مناطق مختلفة من الحصين لتسجيل الإشارات التي يتم تبادلها باستمرار بين المناطق المختلفة. سيؤسس هذا مخططا لتدفق المعلومات التي تتحرك باستمرار عبر الحصين. للحصين أربعة أقسام رئيسة من CA1 إلى CA4، وبالتالي سيسجل العلماء الإشارات التي يتم تبادلها بينها.

تشمل الخطوة الثانية أن يؤدي الكائن- موضوع التجربة- مهمات معينة، حيث يسجل العلماء بعدها الاستجابات التي تتدفق عبر المناطق المختلفة من الحصين، وبالتالي تسجيل الذاكرة. على سبيل المثال، ستخلق ذاكرة تعلم مهمة معينة، مثل القفز من خلال طوق، نشاطا كهربائيا في الحصين يمكن تسجيله وتحليله بعناية. ثم يمكن إنشاء قاموس يطابق بين الذاكرة وتدفق المعلومات عبر الحصين.

وأخيرا، تشمل الخطوة الثالثة تسجيل هذه الذاكرة وتغذية الإشارة الكهربائية إلى حصين كائن آخر عبر أقطاب لمعرفة ما إذا كان بالإمكان تحميل الذاكرة. بتلك الطريقة ربما يتعلم موضوع التجربة أن يقفز خلال طوق على الرغم من أنه لم يفعل ذلك مطلقا من قبل. إذا نجحت هذه التجارب فسيخلق العلماء بالتدريج مكتبة تحتوي على تسجيلات لذاكرات معينة.

ربما يستغرق الأمر عقودا من العمل للوصول إلى الذاكرات البشرية، غير أنه يمكن للمرء أن يتصوّر كيف سيحدث ذلك. في المستقبل، ربما يستأجر الناس لخلق ذاكرات معينة، مثل عطلة مترفة أو معركة خيالية. وستوضع أقطاب نانوية في

مناطق مختلفة في أدمغتهم لتسجيل هذه الذاكرات. يجب أن تكون هذه الأقطاب صغيرة جدا بحيث لا تتدخل بعملية تشكيل الذاكرة. ثم سترسل المعلومات من هذه الأقطاب لاسلكيا إلى حاسوب وتسجل. إذا رغب شخص بعد ذلك في اختبار هذه الذكريات فعليه أن يضع أقطابا مماثلة في حصينه، وسوف تحمل هذه الذاكرات إلى دماغه.

(هناك تعقيدات لهذه الفكرة بالطبع. فإذا حاولنا حشر ذاكرة نشاط فيزيائي كالمشي العسكري فستكون لدينا مشكلة «ذاكرة عضلة». على سبيل المثال، عندما نمشي، نحن لا نفكر بوعي حول وضع رجل أمام الرجل الأخرى. لقد أصبح المشي فطرة لدينا لأننا نفعله كثيرا، ومنذ سن مبكرة، وهذا يعني أن الإشارات التي تتحكم في أرجلنا لم تعد تصدر بالكامل من الحصين، لكن من القشرة المحركة أيضا ومن المخيخ والعقد القاعدية. في المستقبل، إذا أردنا حشر ذكريات تتعلق بالرياضة فربما يجب على العلماء أن يفكّوا شفرة الطريقة التي تخزن فيها الذكريات جزئيا في مناطق أخرى من الدماغ أيضا).

البصر والذكريات البشرية

إن تشكيل الذكريات عملية معقدة جدا، لكن الطريقة التي ناقشناها مسبقا تأخذ طريقا مختصرا بالتنصت على الإشارات التي تتحرك خلال الحصين، حيث عولجت النبضات الحسية مسبقا. في فيلم «الشبكة» The Matrix يوضع قطب خلف الرأس لتحميل ذكريات إلى الدماغ. يفترض هذا أن المرء يستطيع فك رمز النبضات الخام غير المعالجة التي تأتي من العينين والأذنين والجلد... إلخ، والتي تتحرك أعلى النخاع الشوكي إلى جذع الدماغ ومنه إلى المهاد. وهذه عملية أكثر تعقيدا وصعوبة بكثير من تحليل الرسائل التي تدور في الحصين ومعالجتها.

ولإعطائك شعورا بالحجم الكبير للمعلومات غير المعالجة التي تأتي عبر النخاع الشوكي إلى المهاد، دعنا نعتبر ناحية واحدة فقط: الرؤية، لأن العديد من ذكرياتنا ترمز بهذه الطريقة. هناك تقريبا 130 مليون خلية في شبكية العين، دعيت بمخاريط وقضبان، وهي تعالج 100 مليون حرف من المعلومات من مشهد ما في أي وقت وتسجلها.

تجمع هذه الكميات الهائلة من البيانات بعد ذلك وترسل إلى العصب البصري، والذي ينقل 9 ملايين حرف من المعلومات في الثانية، ومنه إلى المهاد. من هناك تصل المعلومات إلى الفص القذالي، في مؤخرة الدماغ. هذه القشرة البصرية تبدأ بدورها العملية الشاقة بتحليل هذا الكم الهائل من المعلومات. تتألف القشرة البصرية من بقع عديدة في مؤخرة الدماغ، كل واحدة منها مصممة لمهمة معينة. يرمز إليها بـ V1 حتى V8.

من اللافت للنظر أن البقعة V1 تشبه شاشة، فهي تخلق بالفعل نموذجا في مؤخرة دماغك يشبه جدا في الشكل والهيئة الصورة الأصلية. هذه الصورة تحمل شبها قويا للصورة الأصلية، عدا أن مركز عينك نفسه، نقرة العين، يحتل مساحة أكبر بكثير في V1 (لأن النقرة تحتوي على أكبر تركيز للعصبونات). لذا فإن الصورة المرسومة على V1 ليست نسخة تامة عن المشهد لكنها مشوهة، حيث تحتل المنطقة المركزية من الصورة معظم المساحة.

بالإضافة إلى V1، فإن مناطق أخرى من الفص القذالي تعالج نواحي مختلفة من الصورة، بما في ذلك:

- الرؤية المجسمة: تقارن هذه العصبونات الصور الآتية من كل عين. يجري هذا في المنطقة V2.
- المسافة: تحسب هذه العصبونات المسافة إلى الجسم باستخدام ظلال ومعلومات أخرى من كلتا العينين، ويتم هذا في المنطقة V3.
- الألوان: تعالج في المنطقة V4.
- الحركة: يمكن لدارات مختلفة أن تلتقط أنواعا مختلفة من الحركة، بما في ذلك الخط المستقيم والحركة المتوسعة. ويتم هذا في المنطقة V5.

جرى تمييز أكثر من ثلاثين دارة عصبية مختلفة متعلقة بعملية الرؤية، لكن ربما كان هناك أكثر من ذلك بكثير.

من الفص القذالي ترسل المعلومات إلى القشرة أمام الجبهية، حيث «ترى» في النهاية الصورة، وتشكل ذاكرتك قصيرة المدى لها. ثم ترسل المعلومة إلى الحصين، الذي يعالجها ويخزّنها لمدة أربع وعشرين ساعة. ثم تجزأ الذاكرة وتوزع على القشرات المختلفة.

الفكرة هنا هي أن الرؤية، التي نظن أنها تحدث من دون جهد، تتطلب إطلاق مليارات العصبونات على التسلسل، ناقلة ملايين الأحرف من المعلومات في الثانية. تذكّر أننا نحصل على إشارات من خمسة أعضاء للحواس، مع العواطف المرتبطة بكل صورة. هذه المعلومات كلها تعالَج من قبل الحصين لخلق ذاكرة بسيطة للصورة. وفي الوقت الحالي، لا يمكن لأي آلة أن تماثل هذه العملية من حيث تعقيدها، لذا فإن تقليدها يشكل تحديا كبيرا للعلماء الذين يودون خلق حصين اصطناعي للدماغ البشري.

تذكَر المستقبل

إذا كان فك رموز الذاكرة لحاسة واحدة من الحواس بهذا التعقيد، فكيف طورنا إذن القدرة على تخزين مثل هذه الكمية الهائلة من المعلومات في ذاكرتنا طويلة الأمد؟[9] توجّه الغريزة في معظم الأحيان تصرف الحيوانات، التي يبدو أنها لا تمتلك الكثير من الذاكرة طويلة الأمد. لكن كما يقول عالم الأعصاب الدكتور جيمس ماغو من جامعة كاليفورنيا- إرفاين: «هدف الذاكرة هو التنبؤ بالمستقبل»[10]، ما يثير احتمالا مهما. ربما تطورت الذاكرة طويلة الأمد لدينا لأنها كانت مفيدة في تمثيل المستقبل. بعبارة أخرى، فإن قدرتنا على تذكّر الماضي البعيد هي بسبب متطلبات تمثيل المستقبل ومزاياه.

بالفعل، تشير مسوحات الدماغ التي أجراها علماء في جامعة واشنطن- سانت لويس إلى أن المناطق التي تستخدم لاستدعاء الذكريات هي نفسها تلك المرتبطة بتمثيل المستقبل. على الخصوص، تلتمع الوصلة بين باطن القشرة أمام الجبهية والحصين عندما يخطط شخص ما للمستقبل وتذكّر الماضي. بمعنى آخر، يحاول الدماغ «استدعاء المستقبل» بالاعتماد على ذكريات من الماضي من أجل تقرير كيف يمكن لشيء ما أن يتطور في المستقبل. ربما يفسر هذا أيضا الحقيقة الغريبة بأن الناس الذين يعانون من فقدان الذاكرة – مثل حالة HM – غير قادرين غالبا على تصور ما الذي سيقومون بفعله في المستقبل، أو حتى في اليوم التالي مباشرة.

«يمكنك النظر إليها على أنها عملية انتقال عقلي في الزمان – القدرة على أخذ أفكار عنا، وإسقاطها إما على الماضي أو على المستقبل»[11]، تقول الدكتورة كاثلين ماكديرموت من جامعة واشنطن. تلاحظ أيضا أن دراستها برهنت على «جواب

تجريبي على السؤال المطروح منذ فترة طويلة حول فائدة الذاكرة في عملية التطور. ربما كان السبب وراء قدرتنا على استذكار الماضي بتفصيل واضح هو أن هذه المجموعة من العمليات ضرورية لتصور أنفسنا في سيناريوهات مستقبلية. هذه القدرة على تصور المستقبل لها أهمية تطورية واضحة»[12]. بالنسبة إلى الحيوانات، الماضي ضياع لموارد نادرة، لأنها لا تعطيها ميزة تطورية. لكن تمثيل المستقبل بناء على دروس الماضي سبب ضروري لجعل البشر أذكياء.

قشرة اصطناعية

في العام 2012 أعلن العلماء من المركز الطبي في ويك فوريست وجامعة جنوب كاليفورنيا، والذين صنعوا حصينا اصطناعيا لفأر، عن تجربة أكثر أهمية: بدلا من تسجيل ذاكرة في حصين فأر، نسخوا عملية التفكير الأكثر تعقيدا بكثير لقشرة قرد رئيس.

أخذوا خمسة قرود هندية وحشروا أقطابا صغيرة جدا في طبقتين من قشرتها، دعيتا طبقتي L2/3 وL5. ثم سجلوا بعد ذلك إشارات عصبية دخلت بين هاتين الطبقتين مع تعلم القردة مهمة ما. (تعلقت هذه المهمة برؤية القرود مجموعة من الصور، ثم مكافأتها إذا التقطت الصور نفسها من مجموعة أكبر من الصور). وبالتمرين، استطاعت القرود أداء المهمة بدقة تبلغ 75 في المائة. لكن عندما غذى العلماء الإشارة مرة أخرى إلى القشرة بينما كان القرد يؤدي الاختبار، تطور أداؤه بنحو 10 في المائة. وعندما أعطيت القردة مواد كيميائية معينة، انخفض أداؤها بنحو 20 في المائة. لكن حين أدخل التسجيل إلى القشرة تجاوز أداؤها مستواه العادي. على الرغم من أن التجربة اقتصرت على عينة صغيرة، ومع تحسن طفيف في الأداء، فإن التجربة لاتزال تقترح أن تسجيل العلماء التقط بدقة عملية اتخاذ القرار في القشرة.

لأن هذه الدراسة جرت على القرود الرئيسة بدلا من الفئران، ولأنها شملت القشرة وليس الحصين، يمكن أن تكون لها تأثيرات كبيرة عندما تبدأ التجارب على الإنسان. يقول الدكتور سام ديدويلر من ويك فوريست «الفكرة كلها أن يولد الجهاز نموذجا خارجا يتجاوز المنطقة المخربة، مبرهنا على اتصال بديل»[13] في الدماغ. لهذه التجربة تطبيق محتمل للمرضى الذين تعطلت قشراتهم الجديدة. وسيعمل هذا الجهاز كوسيلة لأداء عملية التفكير للمنطقة المعطلة.

مخيخ اصطناعي

يجب الإشارة إلى أن الحصين والقشرة الجديدة الاصطناعيين يمثلان الخطوات الأولى فقط. في النهاية، سيكون لأجزاء أخرى من الدماغ بدائلها الاصطناعية. على سبيل المثال، صنع علماء في جامعة تل أبيب في إسرائيل مخيخا اصطناعيا لفأر. المخيخ جزء ضروري من الدماغ الزواحفي الذي يتحكم في توازننا، وفي وظائف بدنية أساسية أخرى.

عادة، عندما توجه نفخة هواء إلى وجه فأر، فإن عينيه ترفان. لو أحدث صوتا في الوقت نفسه، يمكن تعويد الفأر على رف عينيه بمجرد سماعه. كان هدف العلماء الإسرائيليين هو خلق مخيخ اصطناعي يمكنه تقليد هذا العمل.

سجل العلماء أولا الإشارات التي تدخل إلى جذع الدماغ عندما تضرب نفخة الهواء وجه الفأر ويسمع الصوت. ثم عولجت الإشارة وأعيدت إلى موقع آخر من جذع الدماغ. وكما كان متوقعا، فقد رفت عين الفأر عند تلقيه الإشارة. لم تكن هذه هي المرة الأولى التي يعمل فيها مخيخ اصطناعي بطريقة صحيحة فحسب، بل كانت المرة الأولى أيضا التي يجري فيها تلقي الرسائل من جزء من الدماغ ثم معالجتها ثم إرسالها إلى جزء آخر مختلف من الدماغ.

تعليقا على هذا العمل يقول فرانسيسكو سيبولفيدا من جامعة إيسكس: «يوضح هذا إلى أي مدى وصلنا نحو صنع دارات يمكنها يوما ما التعويض عن مناطق معطوبة من الدماغ، وحتى تطوير قدرة الدماغ السليم نفسه».

يرى أيضا إمكانية كبيرة للأدمغة الاصطناعية في المستقبل، مضيفا: «ربما سيستغرق الأمر عقودا عدة للوصول إلى هذا الهدف، لكنني أراهن على أنه سيكون لأجزاء معينة منظمة جيدا كالحصين أو القشرة البصرية مثيلات اصطناعية قبل نهاية هذا القرن»[14].

وعلى الرغم من أن التقدم في صنع قطع تبديل اصطناعية للدماغ يجري بسرعة كبيرة على الرغم من تعقيد هذه العملية، فإنها مسألة سباق مع الزمن عندما ينظر المرء إلى أكبر تهديد لنظام الصحة العامة لدينا، أي القدرات المتدهورة للناس الذين يعانون مرض ألزهايمر.

ألزهايمر – مخرب الذاكرة

ربما يكون مرض ألزهايمر، كما يدعي البعض، مرض القرن. هناك 5.3 مليون أمريكي حاليا يعانون مرض ألزهايمر، ويتوقع أن يتضاعف هذا الرقم أربعة أمثال بحلول 2050[15]. 5 في المائة من الناس من سن الخامسة والستين حتى الرابعة والسبعين لديهم هذا المرض، لكن أكثر من 50% ممن هم فوق سن الخامسة والثمانين يعانون المرض، حتى لو أنه لا يشكل لهم خطرا واضحا. (في العام 1900 كان توقع الحياة في الولايات المتحدة 49 سنة، لذا لم يكن مرض الزهايمر مشكلة في ذلك الوقت. لكن من هم فوق الثمانين يشكلون اليوم إحدى أكثر المجموعات السكانية نموا في البلد).

في المراحل المبكرة من ألزهايمر يبدأ الحصين، وهو الجزء من الدماغ الذي تعالج فيه الذكريات، في التراجع. بالفعل، تظهر مسوحات الدماغ بوضوح أن الحصين يتقلص في مرضى ألزهايمر، لكن الوصلات التي تربط القشرة أمام الجبهية بالحصين تتضاءل هي أيضا، تاركة الدماغ غير قادر بصورة صحيحة على معالجة ذكريات المدى القصير. تبقى الذكريات طويلة الأمد التي خزنت مسبقا في قشرات الدماغ سليمة، في البداية على الأقل. يخلق هذا وضعا قد لا تتذكر فيه ما فعلت منذ بضع دقائق، لكنك تستطيع بكل وضوح استدعاء حوادث حدثت لك منذ عدة عقود.

في نهاية المطاف يتطور المرض إلى المرحلة التي تتحطم فيها حتى الذكريات الأساسية طويلة الأمد. يصبح الشخص غير قادر على التعرف على أطفاله أو زوجته وتذكرهم، ويمكنه حتى أن يتدهور إلى حالة نباتية تشبه حالة الغياب عن الوعي. ومع الأسف، لم يبدأ فهم الآلية الأساسية للألزهايمر إلا منذ وقت وجيز فقط. حصل اختراق رئيس في العام 2012، عندما عُلم أن الألزهايمر يبدأ مع تشكل بروتينات تاو أميلويد tau amyloid، والتي تسرع بدورها تشكل بيتا أميلويد، وهي مادة لاصقة تشبه الصمغ تعطل الدماغ. (لم يكن من الواضح قبل ذلك ما إذا كان الألزهايمر ناتجا عن لويحات الأميلويد هذه، أو ربما أن هذه اللويحات هي نواتج ثانوية لخلل أكثر أساسية).

ما يجعل هذه اللويحات الأميلويدية صعبة الاستهداف بالأدوية أنها يحتمل أن تكون مصنوعة من مادة بريون prions ، وهي عبارة عن جزيئات بروتينية محورة.

إنها ليست بكتيريا أو فيروسات، لكنها على الرغم من ذلك تتكاثر. عند النظر إليها ذريا، يشبه جزيء البروتين غابة من الأشرطة لذرات مربوطة بعضها مع بعض. يجب على هذه الكتلة المتشابكة من الذرات أن تنطوي ذاتيا بشكل صحيح ليكتسب البروتين الشكل والوظيفة الملائمين. لكن البريون prion عبارة عن بروتينات انطوت بشكل غير صحيح. والأسوأ أنها عندما تصطدم ببروتينات سليمة تتسبب في انطوائها بشكل غير صحيح أيضا. لذا يمكن لبريون واحد أن يشكل سلسلة من البروتينات المشوهة، خالقا تفاعلا متسلسلا يلوث بلايين البروتينات الأخرى.

ليست هناك في الوقت الحالي طريقة معروفة لإيقاف التقدم غير المفهوم جيدا لمرض ألزهايمر. والآن، حيث يجري الكشف عن الآليات الأساسية وراء الألزهايمر، فإن إحدى الطرق الواعدة هي خلق مضادات أجسام - أو لقاح - يمكنها استهداف جزيئات البروتينات المشوهة بشكل محدد. الطريقة الأخرى هي صنع حصين اصطناعي لهؤلاء الأفراد يمكنهم من استعادة ذاكرتهم قصيرة الأمد.

على الرغم من ذلك فإن الطريقة الأخرى هي رؤية ما إذا كان باستطاعتنا أن نزيد مباشرة من قدرة الدماغ على تشكيل ذكريات باستخدام الجينات. ربما كانت هناك جينات يمكنها تحسين ذاكراتنا. ربما يكون مستقبل البحث في الذاكرة في «الفأر الذكي».

الفأر الذكي

في العام 1999 وجد الدكتور جوزف تسيان وزملاؤه في جامعات برنستون وواشنطن وMIT أن إضافة جين واحد إضافي حسَّن بشكل كبير ذاكرة فأر وقدراته. أمكن لهذه «الفئران الذكية» أن تناور خلال المتاهات بسرعة أكبر، وأن تتذكر الحوادث بشكل أفضل، وأن تبز الفئران الأخرى في أصناف أوسع من الاختبارات. سميت «فئران دوغي»، على اسم الشخصية اليافعة في المسلسل التلفزيوني «دوغي هاوسر، الطبيب» Doogie Howser, M.D.

بدأ الدكتور تسيان في تحليل الجين NR2B، الذي يعمل كمفتاح يتحكم في قدرة الدماغ على الربط بين حادث وآخر. (يعرف العلماء هذا لأنه عندما يصمت أحد الجينات، أو يُجعَل غير فاعل، يفقد الفأر قدرته). يعتمد التعليم كله على NR2B لأنه يتحكم في التواصل بين خلايا الذاكرة للحصين. خلق الدكتور تسيان أولا نوعا من

الفئران تفتقر إلى NR2B، وقد أظهرت ذاكرة ضعيفة وقصورا في التعلم. ثم خلق صنفا من الفئران لديه نسخ من جين الـ NR2B أعلى من المتوسط، ووجد أن الفئران الجديدة امتلكت قدرات عقلية أقوى. إذا وضعت فئران عادية في حوض ضحل المياه فإنها تسبح عشوائيا. لقد نسيت منذ عدة أيام مضت فقط أن هناك رصيفا مخبأ تحت الماء. أما الفأر الذكي فذهب مباشرة إلى الرصيف المخبأ من المحاولة الأولى.

منذ ذلك الوقت استطاع باحثون أن يؤكدوا هذه النتائج في مختبرات أخرى وأن يخلقوا أصنافا أذكى من الفئران. في العام 2009 نشر الدكتور تسيان ورقة علمية كشف فيها عن صنف آخر من الفئران الذكية دُعي هوبي- جي (على اسم شخصية في أفلام الكرتون الصينية). استطاع هوبي- جي أن يتذكر حقائق جديدة (كموقع اللعب) بمعدل ثلاث مرات أطول من صنف مطور جينيا مسبقا اعتقد أنه الأذكى. «يضيف هذا إلى الفكرة بأن NR2B هو بمنزلة مفتاح عام لتشكيل الذاكرة»[16]، أشار الدكتور تسيان. «يشبه هذا أخذ مايكل جوردن(*) وجعله مايكل جوردن الفائق»، قال طالب دراسات عليا يدعى ديهنغ وانغ.

على الرغم من ذلك، هناك حدود حتى بالنسبة إلى هذا الصنف الجديد من الفئران. عندما أعطيت هذه الفئران الخيار للاتجاه نحو اليمين أو اليسار للحصول على الشوكولاتة كمكافأة، استطاع هوبي - جي تصحيح المسار فترة أطول من الفأر العادي، لكن بعد خمس دقائق نسي هو أيضا المسار. «لن نستطيع أبدا تحويله إلى خبير رياضيات. إنه فأر أولا وأخيرا»[17]، يقول الدكتور تساين.

يجب أن نشير أيضا إلى أن بعض الفئران الذكية كانت خائفة بصورة غير عادية بالمقارنة بالفأر العادي. يشك البعض في أنه لو أصبحت ذاكرتك كبيرة جدا، فإنك ستتذكر الإخفاقات والأضرار كلها أيضا، وربما سيجعلك هذا مترددا. لذا هناك أيضا سلبيات لعملية توسيع الذاكرة.

يأمل العلماء بعد ذلك في تعميم نتائجهم على الكلاب، لأننا نشترك معها في الكثير جدا من الجينات، وربما على البشر أيضا.

(*) Michael Jordan، أحد أفضل لاعبي كرة السلة في ثمانينيات وتسعينيات القرن الماضي. [المحررة].

ذباب ذكي وفئران غبية

الجين NR2B ليس الجين الوحيد الذي يدرس من قبل العلماء بسبب تأثيره في الذاكرة. في سلسلة رائدة أخرى من التجارب، استطاع العلماء توليد صنف جديد من ذباب الفاكهة بـــ «ذاكرة فوتوغرافية»، وأيضا توليد صنف من الفئران الفاقدة للذاكرة. ربما تفسر هذه التجارب في النهاية العديد من الأسرار حول الذاكرة على المدى الطويل، مثل لماذا لا يكون حشر المعلومات أثناء التحضير لامتحان الطريقة الأفضل للدراسة، ولماذا نتذكر الأحداث إذا كانت مشحونة بالعاطفة. اكتشف العلماء أن هناك جينين مهمين: منشط CREB (الذي يحرض على تشكيل وصلات جديدة بين العصبونات)، وكابح CREB (الذي يكبح تشكل ذكريات جديدة).

أجرى الدكتوران جيري ين وتيموثي تالي من مختبر كولد سبرنغ هاربور تجارب مثيرة على ذباب الفاكهة. عادة يتطلب الأمر منها عشر محاولات كي تتعلم مهمة معينة (مثل اكتشاف رائحة، أو تجنب صدمة). لم يستطع ذباب الفاكهة بجين زائد من كابح CREB تشكيل ذكريات طويلة الأمد على الإطلاق، لكن المفاجأة الحقيقية جاءت عندما اختُبر ذباب الفاكهة بجين زائد من منشط CREB. تعلمت المهمة في تجربة واحدة فقط. «يشير هذا إلى أن الذباب يمتلك ذاكرة فوتوغرافية»[18]، يقول الدكتور تولي. قال إنها كالطلبة «الذين يستطيعون قراءة فصل من كتاب مرة، ثم يتمثلونه في عقولهم، ثم يخبرونك أن الجواب هو في الفقرة 3 من الصفحة 274».

لا يقتصر هذا التأثير على ذباب الفاكهة فقط[19]. أجرى الدكتور آلسينو سيلفا في كولد سبرنغ هاربور أيضا تجارب على الفئران. وجد أن الفئران بعطب في جين منشط CREB لم تستطع تشكيل ذكريات طويلة الأمد. كانت فئرانا فاقدة للذاكرة. لكن حتى تلك الفئران الفاقدة للذاكرة أمكنها تعلم القليل عندما حصلت على دروس مع استراحات فيما بينها. لذا يرى العلماء أننا نمتلك كمية محدودة من منشط الـــ CREB في الدماغ يمكنه تحديد الكمية التي يمكننا تعلمها خلال وقت محدد. لو حاولنا حشر معلومات كثيرة قبل امتحان، فهذا يعني أننا سنستهلك بسرعة كمية منشط الـــ CREB، وبالتالي لا يمكننا تعلم المزيد - على الأقل حتى نأخذ استراحة لتعويض هذه المنشطات.

«يمكننا الآن أن نقدم سببا بيولوجيا لعدم كفاءة حشر المعلومات»[20]، يقول الدكتور تولي إن الطريقة الأفضل للتحضير للاختبار النهائي هي مراجعة المادة عقليا من حين إلى آخر خلال اليوم، بحيث تصبح هذه المادة جزءا من ذاكرتك على المدى الطويل.

ربما يشرح هذا أيضا لماذا كانت الذكريات المشحونة عاطفيا حيوية جدا، ويمكنها أن تبقى عقودا. يعمل الجين الكابح CREB كمرشح، وينظف المعلومات غير المفيدة. لكن إذا ربطت الذكرى بعاطفة قوية، فإنها يمكنها أن تزيح الجين الكابح CREB أو تزيد من مستويات الجين المنشط CREB.

يمكننا توقع اختراقات أكبر في فهم الأساس الجيني للذاكرة في المستقبل. لا يكفي جين واحد، بل هناك حاجة ربما إلى مجموعة معقدة من الجينات لتشكيل القدرات الهائلة للدماغ. لهذه الجينات بدورها ما يقابلها في الجينوم البشري، لذا فهناك احتمال واضح أننا سنستطيع تطوير ذاكراتنا ومهاراتنا العقلية بشكل كبير.

على الرغم من ذلك, لا تتوقع الحصول على تحسين عقلي كبير في وقت قريب. فمازالت هناك عقبات عديدة أمام ذلك. أولا، ليس من الواضح ما إذا كانت هذه النتائج تنطبق على البشر. غالبا، المعالجات التي تظهر أملا كبيرا في الفئران لا تترجم جيدا على أصنافنا. وثانيا، حتى لو أمكن تطبيق هذه النتائج على البشر، فإننا لا نعلم كيف سيكون تأثيرها. على سبيل المثال ربما تساعد هذه الجينات ذاكراتنا، لكنها لن تؤثر في ذكائنا العام. ثالثا، المعالجة الجينية (أي إصلاح الجينات المعطوبة) أصعب مما اعتُقد سابقا. يمكن معالجة عدد قليل فقط من الأمراض الجينية بهذه الطريقة. وعلى الرغم من أن العلماء يستخدمون جراثيم غير مؤذية لإصابة الخلايا التي تحتوي على الجين «الجيد»، فإن الجسم يظل يرسل مضادات الأجسام لمهاجمة الجسم الدخيل، ما يجعل المعالجة من دون فائدة في أغلب الحالات. ومن المحتمل أن إدخال جين لتطوير الذاكرة سيواجه المصير نفسه. (إضافة إلى ذلك، عانى حقل المعالجة الجينية من تراجع كبير منذ عدة سنوات، عندما مات مريض في جامعة بنسلفانيا خلال خضوعه لعملية معالجة جينية. لذا يواجه العمل في تعديل الجينات البشرية العديد من المسائل الأخلاقية والقانونية).

إذن سيكون تقدم التجارب على البشر أبطأ بكثير من التجارب على الحيوانات. على الرغم من ذلك يمكن للمرء أن يتنبأ باليوم الذي يتقن فيه هذا الإجراء ويصبح

حقيقة. لن يحتاج تغيير جيناتنا بهذه الطريقة إلى أكثر من حقنة بسيطة في الذراع. سيدخل جرثومة غير مؤذية إلى دمنا، وسيقوم بعدها بنشر العدوى في خلايا سليمة بحقن جيناته فيها. وعندما يدخل «الجين الذكي» بنجاح في خلايانا يصبح فعالا، ويطلق البروتينات التي تزيد من ذاكراتنا ومهاراتنا العقلية بالتأثير على الحصين وتشكيل الذاكرة.

إذا أصبح إدخال الجينات صعبا جدا، فهناك احتمال آخر بحقن البروتينات المطلوبة مباشرة في الجسم، متجاوزة استخدام المعالجة الجينية. وبدلا من حقن إبرة سنبتلع حبة.

حبة ذكية

في النهاية فإن أحد أهداف هذا البحث هو خلق «حبة ذكية» يمكنها تحسين التركيز وتطوير الذاكرة، وربما زيادة ذكائنا. جربت شركات الأدوية بعدد من الأدوية مثل MEM1003 وMEM1414 والتي يبدو أنها تحسن من عمل الدماغ.

وجد العلماء في الدراسات على الحيوان أن الذاكرة على المدى الطويل ممكنة بتفاعل الإنزيمات والجينات. يحدث التعلم عندما تدعم بعض الممرات العصبية مع تنشيط جينات محددة مثل جين CREB الذي يصدر بدوره بروتينا مناسبا. بشكل رئيس، كلما زادت بروتينات CREB التي تدور في الدماغ، تشكلت الذاكرات طويلة الأمد بسرعة أكبر[21]. جرى التحقق من ذلك بدراسات على الرخويات البحرية وذباب الفاكهة والفئران. تتمثل الخاصة الرئيسة لـ MEM 1414 في تسريع إنتاج بروتينات CERB. استطاعت حيوانات مسنة أعطيت MEM 1414 في مختبرات أن تشكل ذاكرات طويلة الأمد في زمن أسرع بكثير من أخرى لم تعط هذه المواد.

بدأ العلماء أيضا في عزل الكيمياء الحيوية الدقيقة المطلوبة في تشكيل ذاكرات طويلة الأمد، على المستوى الجيني والجزيئي. عندما تفهم عملية تشكل الذاكرة تماما ستصمم معالجات لتسريع هذه العملية الرئيسة وتقويتها. ولن يستفيد المسنون ومرضى الألزهايمر فقط من ذلك، بل ربما سيستفيد الشخص العادي في النهاية من هذا «التحسين الدماغي».

هل يمكن مسح الذكريات؟

يمكن لمرض ألزهايمر أن يمسح الذكريات من دون تمييز، لكن ماذا عن محوها بشكل انتقائي؟ يشكل مرض فقدان الذاكرة إحدى الحبكات المفضلة في أفلام هوليوود. في فيلم «هوية بورن» The Bourne Identity يعثر على جيسون بورن (الذي جسّده مات ديمون)، وهو عميل ماهر للمخابرات الأمريكية المركزية CIA، طافيا على سطح الماء ليموت. عندما ينعش يفقد ذاكرته. يطارَد بلا هوادة من قتَلة يريدون قتله، لكنه لا يعلم من هو، وماذا حدث له، أو لماذا يريدون قتله. الدليل الوحيد على ذاكرته هو قدرته المذهلة على الدخول تلقائيا في القتال كعميل سري.

من الموثق أن فقدان الذاكرة يمكن أن يحدث مصادفة من جراء صدمة كضربة على الرأس. لكن هل يمكن محو الذاكرة انتقائيا؟ في فيلم «إشراقة أبدية لعقل نظيف» Eternal Sunshine of the Spotless Mind من تمثيل جيم كاري، يلتقي شخصان مصادفة في قطار، وينجذبان فورا كل منهما إلى الآخر. صدما عندما اكتشفا أنهما كانا في الحقيقة حبيبين منذ سنوات مضت، لكنهما لا يذكران شيئا حول هذا الموضوع. يعلمان أنهما دفعا النقود لشركة قامت بمحو ذكرياتهما بعد شجار عنيف بينهما. من الواضح أن القدر منحهما فرصة ثانية ليقعا في الحب.

طور فقدان الذاكرة الانتقائي إلى مستوى جديد تماما في فيلم «رجال في ثياب سوداء» Men in Black، حيث يؤدي ويل سميث فيه دور عميل لمنظمة سرية غامضة تستخدم جهاز مسح neuralizer ليمحو انتقائيا ذكريات غير ملائمة حول الصحون الطائرة والصدام مع غرباء. هناك حتى عداد يحدد إلى أي وقت في الماضي يجب محو الذاكرة.

تؤدي هذه الأشياء كلها إلى خلق حبكات مثيرة، وارتفاع في معدلات بيع التذاكر، لكن هل من الممكن تحقيق أي منها حتى في المستقبل؟ نعلم أن فقدان الذاكرة بالفعل ممكن، وأن هناك نوعين رئيسين منه، بحسب ما إذا كانت الذاكرة قصيرة المدى هي المصابة أم الذاكرة طويلة المدى. يحدث فقدان الذاكرة الانتكاسي (Retrograde) عندما تكون هناك صدمة أو عطب في الدماغ، وتفقد الذاكرة قبل الحادث الذي سبب فقدان الذاكرة. يماثل هذا فقدان الذاكرة الذي تعرض له جيسون بورن، الذي فقد ذكرياته كلها قبل أن يترك ميتا في الماء. وهنا يبقى الحصين سليما،

ولا يمكن تشكيل ذكريات جديدة حتى لو تضررت الذاكرة على المدى الطويل. يحدث فقدان الذاكرة التقدمي (Anterograde) عندما تتعطل الذاكرة على المدى القصير، بحيث يكون من الصعب على الشخص تشكيل ذكريات جديدة بعد الحادثة التي سببت فقدان الذاكرة. عادة، قد يدوم فقدان الذاكرة لدقائق أو ساعات بسبب تعطل الحصين. (ظهر فقدان الذاكرة بشكل بارز في الفيلم «تذكار» Memento، حيث صمم رجل على الانتقام لمقتل زوجته. المشكلة مع ذلك هي أن ذاكرته لا تدوم إلا 15 دقيقة فقط، لذا كان عليه أن يكتب باستمرار رسائل على شكل قصاصات ورقية وصور أو على شكل وشم، ليتذكر الأدلة التي اكتشفها حول المجرم. وبقراءة هذا الأثر من الرسائل التي كتبها لنفسه بصعوبة، استطاع أن يراكم دليلا قويا كان سينساه بسرعة).

النقطة هنا هي أن فقدان الذاكرة يعود إلى زمن الصدمة أو المرض، ما يجعل من فقدان الذاكرة الانتقائي في أفلام هوليوود أمرا غير ممكن. تفترض أفلام مثل «رجال في ثياب سوداء» أن الذكريات تخزن تسلسليا كما تخزن على قرص صلب، بحيث ما عليك سوى أن تضغط على زر «امح» بعد وقت محدد زمنيا. لكننا مع ذلك نعلم أن الذكريات في الحقيقة تقَسّم، وتخزّن الأجزاء المختلفة منها في أماكن مختلفة في الدماغ.

عقار للنسيان

في هذه الأثناء يدرس العلماء بعض العقاقير التي يمكنها مسح ذكريات مؤلمة تستمر في مطاردتنا وإزعاجنا. في العام 2009 أعلن علماء هولنديون تقودهم الدكتورة ميريل كينديت أنهم اكتشفوا استخدامات جديدة لعقار قديم يدعى بروبرانولول، الذي يمكنه العمل كعقار «معجز» لمحو الألم المرتبط بذكريات مؤلمة. لم يحرّض العقار على فقدان الذاكرة عند زمن معين، لكنه زاد القدرة على تحمل الألم – وخلال 3 أيام فقط، كما ادّعت الدراسة.

سبّب هذا الاكتشاف فورة من العناوين البارزة، على ضوء آلاف الضحايا الذين يعانون من اضطراب ما بعد الصدمة PTSD. يمكن لأي شخص من المحاربين القدامى إلى ضحايا الاعتداء الجنسي والحوادث البشعة أن يجد الراحة من أعراضه. لكن بدا أن هذا الاكتشاف يعاكس بحوث الدماغ، التي تظهر أن الذكريات طويلة

الأمد ليست مشفرة كهربائيا، وإنما على مستوى الجزيئات البروتينية. مع ذلك تقترح التجارب الحديثة أن استدعاء الذكريات يتطلب استعادة الذكرى، ومن ثم إعادة تجميعها، بحيث يمكن في الواقع إعادة ترتيب بنية البروتين أثناء العملية. بعبارة أخرى، فإن استدعاء ذكرى يغيّرها في الواقع. وربما كان هذا هو سبب نجاح العقار: من المعلوم أن البروبرانولول يتدخل بعملية امتصاص الأدرينالين، وهو أمر حيوي في تشكيل الذكريات الحية طويلة الأمد والتي تنتج غالبا عن حوادث الصدمات. يقول الدكتور جيمس ماكاو من جامعة كاليفورنيا إرفاين: «يجثم البروبرانولول فوق تلك الخلية العصبية ويغلقها. لذا يمكن أن يكون الأدرينالين موجودا، لكنه لا يستطيع القيام بوظيفته»[22]. بعبارة أخرى، من دون الأدرينالين تتوارى الذاكرة.

أظهرت تجارب مضبوطة على أشخاص بذاكرات أصيبت بصدمات نتائج واعدة. لكن العقار واجه عقبة كأداء عندما تعلق الأمر بمحو الذاكرة. لم يعارض بعض الأخلاقيين فاعليته، لكنهم امتعضوا من مجرد فكرة استخدام عقار للنسيان، لأن الذاكرات موجودة لسبب مهم: إنها تعلمنا دروس الحياة. حتى الذكريات غير السارة يقولون إنها تخدم غرضا أكبر. رفض العقار من قبل لجنة الأخلاق البيولوجية التابعة لرئيس الولايات المتحدة. استنتج تقرير هذه اللجنة أن «محو الأشياء الكريهة من الذاكرة سيجعلنا مرتاحين جدا مع العالم، ولن نتأثر بالمعاناة ولا بالأفعال الشريرة أو القسوة... هل سنصبح لا مبالين بأكثر آلام الحياة حدة، من دون أن نصبح أيضا لا مبالين بأعظم مسراتها؟»[23].

يقول الدكتور ديفيد ماغوس من مركز الأخلاق الطبية الحيوية في جامعة ستانفورد «إن انفصالاتنا وعلاقاتنا بقدر ما هي مؤلمة إلا أننا نتعلم من بعض هذه الخبرات. إنها تجعلنا أناسا أفضل»[24].

بيد أن آخرين يعارضون ذلك. يقول الدكتور روجر بيتمان من جامعة هارفارد بأنه لو صادف طبيب ضحية حادث ما يعاني آلاما مبرحة «هل سنحرمه من المورفين لأننا قد نحرمه من خبرة عاطفية كاملة؟ من سيحاجج هكذا؟ لماذا يجب أن يكون علم النفس مختلفا عن الجسد؟ أعتقد أنه ربما كان وراء هذه الحجة الفكرة التي تقول بأن الاضطرابات العقلية ليست كالاضطرابات الجسدية»[25].

سيكون لكيفية حل هذا الجدل تأثير مباشر على الجيل التالي من العقاقير، لأن البروبرانالول ليس الوحيد المشمول بالبحث.

في العام 2008 أعلن فريقان مستقلان، يعمل كلاهما على الحيوانات، عن اكتشاف عقاقير أخرى يمكنها محو الذكريات حقا، وليس معالجة الألم الذي تسببه فقط. ذكر الدكتور جو تسيان من الكلية الطبية في جورجيا وزملاؤه في شانغهاي أنهم ألغوا عمليا ذاكرة فأر باستخدام بروتين يدعى CaMKII، بينما اكتشف علماء في مركز ساني داونستيت الطبي في بروكلين أن الجزيء PKMzeta يمكنه محو الذكريات. قال الدكتور أندري فينسون، أحد مؤلفي هذه الدراسة الثانية، «إذا أكد عمل إضافي في المستقبل هذه الفكرة فيمكننا أن نتوقع يوما ما رؤية معالجات مبنية على محو ذاكرة بواسطة الـ PKMzeta»[26]. لا يستطيع العقار أن يمحو الذكريات المؤلمة فقط، بل إنه «قد يكون مفيدا أيضا في معالجة الاكتئاب والقلق العام وأمراض الرهاب والضغط بعد الصدمات والإدمان».

اقتصر البحث العلمي حتى الآن على الحيوانات فقط، لكن التجارب على البشر ستبدأ قريبا. إذا عممت التجارب من الحيوانات إلى البشر فستصبح حبة النسيان احتمالا حقيقيا. لن تكون حبة من النوع المشاهد في أفلام هوليوود (التي تخلق فقدان الذاكرة بصورة ملائمة في وقت ملائم) لكن يمكن أن تكون لها تطبيقات طبية واسعة في العالم الحقيقي لأشخاص يعانون من ذكريات الصدمات. وسيكون من الجدير ملاحظة مقدار انتقائية مسح الذاكرة هذه بالنسبة إلى البشر.

ما الأخطاء المحتملة؟

سيأتي يوم، مع ذلك، نستطيع فيه تسجيل الإشارات كلها التي تمر خلال الحصين والمهاد وبقية الجهاز الصدغي بعناية، والحصول على سجل صادق. ثم بتغذية هذه المعلومات إلى أدمغتنا ربما سنستطيع إعادة تجربة ما عاناه الشخص الآخر بكامله. وعندها سيكون السؤال: ما الأخطاء المحتملة؟

في الحقيقة، اختبرت تأثيرات هذه الفكرة في فيلم «عاصفة دماغية» (Brain Storm 1983) تمثيل ناتالي وود، والذي كان سابقا لعصره. في الفيلم يصنع العلماء القبعة، وهي خوذة ممتلئة بالأقطاب، يمكنها تسجيل الإحساسات كلها التي يشعر بها شخص ما بأمانة. يمكن لشخص آخر بعد ذلك أن يمر بالخبرة الشعورية نفسها بلعب الشريط في دماغه. ومن باب

الدعابة يضع شخص ما الخوذة عندما يمارس الحب، ويسجل خبرته. ثم يوضع الشريط في دارة تضخّم التجربة كثيرا. لكن عندما يدخل شخص آخر من دون معرفة هذه الخبرة في دماغه يموت تقريبا بسبب التهيج المفرط. بعد ذلك تعاني إحدى العالمات من نوبة قلبية مميتة. لكنها قبل أن تموت تسجل لحظاتها الأخيرة على شريط. وعندما يلعب شخص آخر شريط الموت هذا في دماغه تنتابه أيضا نوبة قلبية ويموت نتيجة لذلك.

عندما تتسرب أخبار هذه الآلة القوية في النهاية يسعى الجيش إلى التحكم فيها. يثير هذا صراعا على السلطة بين الجيش الذي ينظر إليها كسلاح قوي، وبين العلماء الأصليين الذين يودون استخدامها لكشف أسرار الدماغ.

لم يبرز فيلم "عاصفة دماغية" فوائد هذه التقنية فقط، بل مساوئها أيضا. قصد من الفيلم أن يكون من الخيال العلمي، لكن بعض العلماء يعتقدون أنه في وقت ما في المستقبل ربما تبرز هذه القضايا نفسها في عناوين الإعلام الرئيسة وفي المحاكم القضائية.

رأينا سابقا تطورات واعدة في تسجيل ذكرى واحدة صنعها فأر. ربما يستغرق الأمر حتى منتصف القرن لكي يجري تسجيل أنواع مختلفة من الذاكرات في القرود العليا وفي البشر بشكل موثوق. لكن صنع الخوذة، التي تستطيع تسجيل التمثيل الكامل الذي يدخل إلى الدماغ، يتطلب ملامسة البيانات الخام الحسية التي تمر عبر الحبل الشوكي ومنه إلى المهاد. وربما يستغرق الأمر حتى نهاية القرن ليتحقق ذلك.

قضايا اجتماعية وقانونية

ربما تظهر بعض نواحي هذه المعضلة أثناء حياتنا. من جهة، ربما نصل إلى مرحلة نتعلم فيها علم التكامل والتفاضل بشحن الدماغ ببساطة. وعندها سينقلب النظام التعليمي رأسا على عقب. ربما ستحرر هذه التقنية المعلمين بحيث يقضون وقتا أكثر في توجيه الطلاب، وإعطائهم عناية شخصية في مجالات التعلم الأقل مهارة، والتي لا يمكن إتقانها بضغط زر. يمكن أيضا اختزال عملية الحفظ الضرورية غيبا لتصبح طبيبا أو محاميا أو عالما محترفا بشكل كبير بواسطة هذه الطريقة.

ومن حيث المبدأ، ربما تعطينا ذكريات لعُطل لم يحدث قط، ومكافآت لم نفز بها قط، وعشاق لم نحبهم من قبل، أو عائلات لم نكن جزءا منها. يمكنها أن تعوّض

النقائص، خالقة ذكريات كاملة لحياة لم نعشها أبدا. سيحب الآباء هذا جدا إذا أمكنهم تعليم أطفالهم دروسا مأخوذة من ذكريات حقيقية. وسيكون الطلب على مثل هذا الجهاز ضخما. ويخشى بعض الأخلاقيين من أن تكون هذه الذكريات الزائفة واضحة جدا بحيث إننا سنفضل إعادة تجربة عيش الحياة الافتراضية بدلا من أن نخوض تجارب الحياة الحقيقية.

سيستفيد العاطلون عن العمل أيضا من قدرتهم على تعلم مهارات جديدة قابلة للتسويق بزرع ذاكرات في أدمغتهم. تاريخيا، ترك ملايين العمال بلا عمل في كل مرة أدخلت فيها تقنية جديدة، وغالبا من دون شبكة أمان تحميهم. وهذا هو السبب في عدم وجود الكثير من الحدادين أو صانعي العربات اليوم. لقد تحولوا إلى صانعي سيارات وعمال صناعات أخرى. لكن إعادة تدريبهم تتطلب قدرا كبيرا من الوقت والالتزام. إذا أمكن زرع المهارات في الدماغ، فسيكون هناك تأثير فوري على النظام الاقتصادي العالمي لأننا لن نحتاج إلى إهدار رأسمال بشري كبير (لدرجة ما، ربما تخفض قيمة مهارة معينة لو أمكن تحميل الذكريات لأي شخص، لكن هذا سيعوض بحقيقة أن عدد العمال المهرة ونوعيتهم سيزداد كثيرا).

ستشهد صناعة السياحة أيضا دفعا قويا. أحد عوائق السفر إلى الخارج هو صعوبة تعلم عادات جديدة، والتكلم بعبارات جديدة. سيتمكن السياح من المشاركة في خبرة الحياة في بلد غريب، بدلا من التأخر في محاولة حساب العملة المحلية وفهم تفاصيل نظام النقل (على الرغم من أن تحميل لغة بكاملها، بعشرات الآلاف من الكلمات والتعابير، سيكون مهمة صعبة فإنه ربما أمكن تحميل كمية كافية منها لإجراء حديث مفيد).

في النهاية، لا بد أن تجد أشرطة الذاكرة هذه طريقها إلى الوسائط الاجتماعية. في المستقبل قد يمكنك تسجيل ذاكرة وتحميلها على الإنترنت ليشعر بها ملايين الناس ويختبرونها. تكلمنا سابقا عن شبكة دماغية يمكنك من خلالها إرسال الأفكار. لكن إذا أمكن تسجيل ذكريات وصنعها فربما يمكنك إرسال خبرات بأكملها. إذا ربحت لتوّك ميدالية ذهبية في الألعاب الأولمبية، فلماذا لا تشارك بالألم ولذة الانتصار بوضع ذكرياتك على الشبكة؟ ربما تنتشر خبرتك كثيرا، وربما أمكن للبلايين أن يشاركوك مجد لحظتك (ربما يعتاد الأطفال الذين هم غالبا في مقدمة ألعاب الفيديو والوسائط

الاجتماعية تسجيل خبرات قابلة للتذكر، وتحميلها على الإنترنت. وكالتقاط صورة بواسطة هاتف خليوي، سيكون شيئا عاديا بالنسبة إليهم تسجيل ذكريات بكاملها. سيتطلب هذا أن يمتلك كل من المرسل والمستقبل أسلاكا نانونية غير مرئية تقريبا موصولة بحصين كل منهما. سترسل المعلومات عند ذلك لاسلكيا إلى مخدم يحول الرسالة إلى إشارة رقمية يمكن نقلها بواسطة الإنترنت. بهذه الطريقة سيمكنك الحصول على إعلانات ورسائل ووسائط اجتماعية وغرف محادثة. وبدلا من تحميل صور وفيديوهات ستقوم بتحميل ذكريات وعواطف).

مكتبة من الأرواح

ربما يريد الناس سلالة من الذكريات. عندما نبحث في سجلات أسلافنا نرى صورة ببعد واحد فقط لحياتهم. خلال التاريخ الإنساني عاش الناس وأحبوا وماتوا من دون أن يتركوا سجلات مهمة عن وجودهم. على الأكثر نرى تاريخ الوفاة والولادة فقط لأقربائنا والقليل فيما بينهما. أما اليوم فإننا نترك سجلا طويلا من الوثائق الإلكترونية (وصولات بطاقة الائتمان وفواتير ورسائل الكترونية وسجلات حسابات مصرفية... إلخ). وأصبحت الإنترنت مدفنا ضخما للوثائق كلها التي تصف حياتنا، لكن هذا كله لايزال لا يقول الكثير حول ما كنا نفكر فيه أو نشعر به. في المستقبل البعيد قد تصبح الإنترنت مكتبة ضخمة لا تحتوي سجلا لتفاصيل حياتنا فقط، بل لوعينا أيضا.

ربما يسجل الناس في المستقبل بشكل روتيني ذكرياتهم، بحيث يشترك أحفادهم في الخبرات نفسها. بزيارة مكتبة ذكريات عائلتك ستتمكن من رؤية حياتهم والإحساس بمشاعرهم، وستعرف أيضا مكانك ضمن المخطط الأكبر للأشياء.

يعني هذا أن بإمكان أي شخص إعادة لعب مسيرة حياتنا بعد فترة طويلة من موتنا بالضغط على زر «العب». إذا صح هذا فإنه يعني أننا قد نستطيع «إعادة» أجدادنا لنتحدث معهم في فترة بعد الظهر، بحشر قرص ببساطة في المكتبة وكبس الزر.

في هذه الأثناء، إذا أردت المشاركة في خبرات الشخصيات التاريخية المفضلة لديك، يمكنك أن تحصل على نظرة حميمة إلى مشاعرهم وهم يواجهون أزمات كبيرة في حياتهم. إذا كان لديك مثل أعلى وأردت أن تعرف كيف تغلب على الانتكاسات

الكبرى في حياته، يمكنك اختبار ذكرياته والحصول على بصيرة قيمة. تخيل القدرة على مشاركة ذكريات عالم حاز جائزة نوبل. ربما تستطيع الحصول على أدلة حول تحقيق اكتشافات كبيرة. أو قد تستطيع المشاركة في ذكريات سياسيين وديبلوماسيين عظماء أثناء اتخاذهم قرارات حاسمة أثرت في تاريخ العالم.

يعتقد الدكتور ميغيل نيكوليليس أن هذا كله سيصبح يوما ما حقيقة. يقول: «سيقدس كل من هذه السجلات الخالدة على أنه جوهرة نادرة، واحد من بين بلايين العقول الاستثنائية التي عاشت وأحبت وعانت وترعرعت إلى أن أصبحت خالدة، غير محصورة في قبور باردة وصامتة، لكنها مطلقة من خلال أفكار حية، ومشاعر اختبرت بقوة، وأحزان حملت سوية»[27].

الجانب المظلم من التقنية

فكر بعض العلماء في التأثيرات الأخلاقية لهذه التقنية. لقد سبب كل اختراع طبي جديد تقريبا مخاوف أخلاقية عندما أدخل لأول مرة. قيد بعضها أو حظر عندما أثبت أنه ضار (مثل عقار التنويم ثاليدومايد، والذي سبّب تشوهات ولادية). نجحت أخرى جدا بحيث إنها غيّرت فكرتنا عن أنفسنا، مثل أطفال الأنابيب. عندما ولدت لويز براون، أول طفل أنبوب، في العام 1978 أثارت ولادتها عاصفة في وسائل الإعلام بحيث إن البابا نفسه أصدر وثيقة تنتقد هذه التقنية. لكن اليوم ربما يكون نسيبك أو طفلك أو زوجتك، أو ربما أنت، ناتجا عن تخصيب في مختبر. وكالعديد من التقنيات، سيعتاد الجمهور في النهاية ببساطة فكرة أن الذكريات يمكن أن تسجّل وتشارك.

لدى أخلاقيين بيولوجيين آخرين مخاوف أخرى. ما الذي يحدث إذا أعطيت الذكريات لنا من دون إذننا؟ ما الذي سيحدث لو كانت هذه الذكريات مؤلمة أو مخرّبة؟ أو ماذا عن مرضى الألزهايمر المؤهلين لتحميل ذاكرات لهم لكنهم مرضى إلى حد لا يستطيعون معه إعطاء الإذن بذلك؟

خشي الراحل بيرنارد وليامز، وهو فيلسوف في جامعة أكسفورد، أن هذا الجهاز قد يبدّل النظام الطبيعي للأشياء، وهو النسيان. يقول «النسيان أفضل العمليات التي نمتلكها فائدة لنا»[28].

إذا أمكن زرع ذكريات كما تحمّل سجلات حاسوبية فإن هذا سيهز أساس نظامنا

القضائي أيضا. أحد أعمدة العدالة هو شهادة الشاهد، لكن ما الذي سيحدث لو زرعت ذكريات مزوّرة في دماغه؟ أيضا، لو أمكن صنع ذكرى جريمة فربما تزرع سرا في دماغ شخص بريء. أو إذا احتاج مجرم إلى حجة غياب، يمكنه سرا زرع ذاكرة داخل دماغ شخص آخر ليقنعه بأنهما كانا معا عندما ارتكبت الجريمة. والأكثر من ذلك، لن تكون الشهادة اللفظية فقط موضع شك، بل الوثائق القانونية أيضا لأننا عندما نوقع وثائق قانونية وشهادات فإننا نعتمد على ذاكرتنا لإيضاح ما هو صحيح وما هو مزور.

سيكون من الضروري إدخال ضمانات. ويجب إصدار قوانين تحدد بوضوح حدود منح حق الوصول إلى الذكريات أو منعه. وكما أن هناك قوانين تقيّد قدرة الشرطة أو جهة ثالثة على دخول منزلك، ستكون هناك قوانين تحرّم على الناس الوصول إلى ذكرياتك من دون إذنك. يجب أن تكون هناك طريقة لتعليم تلك الذكريات بحيث يدرك الشخص أنها مزورة. لذا سيمكنه أن يبقى متمتعا بذكرى عطلة جميلة، لكنه سيعلم أيضا أنها لم تحدث على الإطلاق.

ربما سيسمح لنا تسجيل ذكرياتنا وتخزينها وتحميلها على تسجيل الماضي وإتقان مهارات جديدة. لكن فعل ذلك لن يغيّر من قدرتنا الداخلية على استيعاب هذه الكمية الضخمة من المعلومات ومعالجتها. ولفعل ذلك، علينا أن نطوّر ذكاءنا. لكن التقدم في هذا المجال معاق لعدم وجود تعريف متفق عليه للذكاء. على الرغم من ذلك، هناك مثال على العبقرية والذكاء لا يمكن لأحد أن يعترض عليه، وهو ألبرت آينشتاين. ومن الجدير بالملاحظة أن دماغه بعد 60 عاما من وفاته مازال يقدم دلائل قيمة على طبيعة الذكاء.

يعتقد بعض العلماء أنه من الممكن باستخدام مزيج من الكهرطيسية والجينات والمعالجة بالأدوية أن نطور ذكاءنا إلى مستوى العبقرية. يستشهدون بحقيقة أن الإصابات العشوائية للدماغ استطاعت أن تغير شخصا فجأة من قدرة عادية إلى «عارف» بقدرات عقلية وفنية أعلى من المعتاد. يمكن تحقيق ذلك الآن بحوادث عرضية، لكن ما الذي سيحدث عندما يتدخل العلم ويسلط الضوء على سر هذه العملية؟

العقل أرحب من السماء لأنك لو وضعتهما
جنباً إلى جنب فسيحتوي أحدهما الآخر بسهولة
وسيحتويك أيضاً .

إميلي ديكنسون

تصيب الموهبة هدفاً لا يمكن لأي شيء آخر أن
يصيبه.. أما العبقرية فتصيب هدفاً لا يمكن لأي
شخص أن يراه .

آرثر شوبنهاور

6

دماغ آينشتاين وتطوير ذكائنا

«لأننا لن نستطيع فجأة زيادة حجم جماجمنا، أو طبيعة العصبونات نفسها في أدمغتنا، فسيبدو أننا عند المستوى الأعلى المحتمل لذكائنا».

دماغ آينشتاين مفقود.

أو على الأقل بقي كذلك خمسين عاما، حتى أعاده في النهاية ورثة طبيبه، الذي أخذه بعيدا بعد فترة قصيرة من وفاته في العام 1955، إلى المتحف الوطني للصحة والدواء في العام 2010. ربما يساعد تحليل دماغه في توضيح هذه الأسئلة: ما العبقرية؟ كيف يمكنك قياس الذكاء وعلاقته بالنجاح في الحياة؟ هناك أسئلة فلسفية أيضا: هل تتعلق العبقرية بجيناتنا أم هل تتعلق بمجهوداتنا الشخصية وإنجازاتنا؟

وأخيرا ربما يساعد دماغ آينشتاين على الإجابة عن السؤال المفتاح: هل يمكننا تطوير ذكائنا؟

لم تعد كلمة «آينشتاين» اسما لشخص معين فقط. إنها تعني الآن ببساطة «العبقري».

والصورة التي يرسمها هذا الاسم (بنطال عريض وشعر أشيب ونظرات تائهة) أصبحت أيقونية أيضا، ويمكن التعرف عليها فورا.

الإرث الذي تركه آينشتاين ضخم جدا. عندما أثار بعض الفيزيائيين في العام 2011 احتمال خطئه، وأن في إمكان الدقائق (الجسيمات) تحطيم حاجز سرعة الضوء، خلق هذا عاصفة من الجدل في عالم الفيزياء انتقلت إلى الصحف الشعبية. مجرد فكرة أن تكون النسبية التي تشكل حجر الأساس للفيزياء الحديثة مخطئة، جعلت الفيزيائيين حول العالم يهزون رؤوسهم. كما هو متوقع، ما كادت تُعاد معايرة النتيجة حتى ظهر أن آينشتاين على حق مرة أخرى. من الخطير دوما معارضة آينشتاين.

إحدى الطرق للحصول على تبصّر حول السؤال «ما العبقرية؟» هي تحليل دماغ آينشتاين. من الواضح أن الدكتور توماس هارفي، وهو الطبيب الذي شرح جثة آينشتاين في مستشفى برنستون، قرر في تلك اللحظة سرا الاحتفاظ بدماغه من غير معرفة عائلته أو موافقتهم.

ربما احتفظ بدماغ آينشتاين لفكرة غامضة لديه أنه قد يكتشف يوما ما سر العبقرية. ربما فكر كالعديد من الآخرين أن هناك جزءا غريبا من دماغ آينشتاين هو سبب ذكائه الواسع. يخمن بريان بريل في كتابه «بطاقات من متحف الدماغ»(*) أن الدكتور هارفي ربما «أخذ بلحظة موت آينشتاين، وتسمّر في حضرة هذه العبقرية. لكن ما اكتشفه بسرعة أنه التهم أكثر مما يستطيع ابتلاعه»[1].

ما حدث لدماغ آينشتاين بعد ذلك يبدو أشبه بقصة كوميدية منها بقصة علمية. خلال الأعوام، وعد الدكتور هارفي أن ينشر نتائجه حول تحليل عقل آينشتاين. لكنه لم يكن اختصاصيا في الدماغ، واستمر في تقديم الأعذار. على مدى عقود، وضع الدماغ في جرتين كبيرتين مملوءتين بالفورمالديهايد (الميثانال) وموضوعتين في صندوق عصير التفاح تحت مبرّد للبيرة. كلّف أحد الفنيين بتقطيع الدماغ إلى 240 قطعة وأرسل بعضها في أوقات نادرة إلى علماء رغبوا في دراستها. في إحدى المرات، أرسلت قطع منها إلى عالم في جامعة بيركلي في قارورة مايونيز.

(*) Brian Burrell, *Postcards From the Brain Museum.*

بعد 40 عاما قاد الدكتور هارفي سيارته البويك سكايلارك عبر أمريكا حاملا معه دماغ آينشتاين في صندوق، آملا أن يعيده إلى حفيدة آينشتاين إيفيلين. لكنها رفضت تسلمه. وبعد موت هارفي في العام 2007، أوصى ورثته بأن يمنحوا مجموعته من قطع وشرائح دماغ آينشتاين للعلم. كانت قصة دماغ آينشتاين غير عادية إلى درجة أن صور فيلم وثائقي تلفزيوني عنها.

(تجب الإشارة إلى أن دماغ آينشتاين لم يكن الوحيد الذي حُفظ للأجيال المقبلة. احتفظ أيضا بدماغ أحد أعظم عباقرة الرياضيات وهو كارل فريدريتش غاوس الذي لقب بأمير الرياضيات من قبل طبيب قبل قرن. في ذلك الوقت كان تشريح الدماغ غير مستكشف إلى حد بعيد، ولم يكن في الإمكان أخذ أي نتائج عدا عن أنه يحوي عددا كبيرا من اللفات والتجعيدات).

قد يتوقع المرء أن يكون دماغ آينتشاين أرقى من دماغ شخص عادي، وأضخم منه أيضا، وربما بمناطق كبيرة بشكل غير عادي. في الحقيقة، اكتشف العكس تماما (إنه أصغر وليس أكبر من الدماغ العادي بقليل). بشكل عام، فإن دماغ آينشتاين عادي تماما. لو لم يعلم عالم أعصاب أن هذا دماغ آينشتاين فمن المحتمل جدا أنه لم يكن ليهتم به للحظة.

الاختلافات الوحيدة التي وجدت في دماغ آينشتاين كانت ثانوية. كان جزء معين من دماغه، يدعى التلافيف الزاوية، أكبر من المعتاد، وكانت المناطق القذالية الأدنى من نصفي كرة الدماغ أعرض بـ 15 في المائة من المعدل. من الجدير بالملاحظة أن هذه الأجزاء من الدماغ تتعلق بالتفكير المجرد، والتعامل مع الرموز، كالكتابة والرياضيات، ومعالجة المسائل الزمانية – المكانية. لكن دماغه مازال ضمن المعتاد، لذا ليس من الواضح ما إذا كانت عبقرية آينشتاين تكمن في البنية العضوية لدماغه أم في قوة شخصيته، وفي منظوره، وفي الزمن الذي عاش فيه. في سيرة عن حياته كتبتها مرة بعنوان «كون آينشتاين» Einstein’s Cosmos اتضح لي أن بعض خصائص حياته كانت مهمة بقدر أهمية أي شذوذات في دماغه. ربما عبر آينشتاين عنها بشكل أفضل عندما قال «ليست لدي مواهب خاصة....أنا فقط أحب الاستطلاع بشغف». في الحقيقة، اعترف آينشتاين أنه عانى في مادة الرياضيات في أثناء صغره. وقد أسر لمجموعة من أطفال المدرسة مرة «مهما كانت الصعوبات التي تواجهكم في الرياضيات، فإن صعوبتي كانت أكبر». إذن، لماذا كان آينشتاين آينشتاين؟

أولا، قضى آينشتاين معظم وقته يتأمل عبر «تجارب فكرية». كان فيزيائيا نظريا وليس تجريبيا، لذا كان يشغل باستمرار تمثيلات متطورة للمستقبل في رأسه. بعبارة أخرى، كان مختبره هو دماغه.

ثانيا، كان من المعروف أنه قضى 10 سنوات على تجربة فكرية واحدة. ركز من سن السادسة عشرة إلى السادسة والعشرين على مشكلة الضوء، وفيما إذا كان من الممكن سبق شعاع ضوئي. قاد هذا إلى ميلاد نظرية النسبية الخاصة، والتي أظهرت في النهاية سر النجوم وأعطتنا القنبلة الذرية. من سن السادسة والعشرين إلى سن السادسة والثلاثين ركز على نظرية الجاذبية، والتي أعطتنا في النهاية الثقوب السوداء ونظرية الانفجار الكبير للكون. ثم من سن السادسة والثلاثين إلى نهاية حياته حاول أن يجد نظرية، كل شيء، ليوحّد الفيزياء كلها. من الواضح أن القدرة على صرف عشر سنوات أو أكثر على مشكلة واحدة أظهرت قدرته على تمثيل تجارب في عقله.

ثالثا، كانت لشخصيته أهمية. كان بوهيميا، لذا كان من الطبيعي بالنسبة إليه التمرد على مؤسسة الفيزياء. لم يمتلك أي فيزيائي الأعصاب أو الخيال لتحدي نظرية إسحق نيوتن السائدة، والتي بقيت راسخة مائتي عام قبل آينشتاين.

رابعا، كان الزمان ملائما لظهور شخص كآينشتاين. في العام 1905 كان عالم نيوتن الفيزيائي القديم يتصدع أمام تجارب دلت على قرب ولادة فيزياء جديدة، فيزياء تنتظر عبقريا ليوضح لها الطريق. على سبيل المثال، تألقت المادة السرية التي دُعيت بالراديوم في الظلام ذاتيا بشكل غير محدود، كأن الطاقة خلقت من الهواء، مخالفة بذلك قانون حفظ الطاقة. بكلمات أخرى، كان آينشتاين الرجل المناسب لذلك الوقت. لو أصبح من الممكن بطريقة ما استنساخ آينشتاين من خلايا دماغه المحفوظ، فإنني أشك بأن يكون المستنسخ آينشتاين التالي. يجب أن تكون الظروف التاريخية أيضا مناسبة لخلق عبقري.

الفكرة هنا هي أن العبقري ربما كان عبارة عن مزيج من الولادة بقدرات عقلية معينة، وأيضا الإرادة والعزيمة لتحقيق أشياء عظيمة. ربما كانت فحوى عبقرية آينشتاين هي قدرته الفائقة على تمثيل المستقبل من خلال تجارب فكرية، خالقا مبادئ فيزيائية جديدة عبر الصور. وكما عبر عنها آينشتاين نفسه مرة «الدليل

الحقيقي على العبقرية ليس المعرفة بل الخيال». وبالنسبة إلى آينشتاين، كان الخيال يعني تحطيم حدود المعلوم، ودخول حقل المجهول.

نولد كلنا بقدرات معينة مبرمجة في جيناتنا وبنية أدمغتنا. هذا هو حظ سحب «اليانصيب». لكن كيفية ترتيب أفكارنا وخبراتنا وتمثيل المستقبل هي أشياء تقع ضمن تحكمنا بالكامل. كتب تشارلز داروين نفسه مرة يقول: «لقد قلت دوما إنه عدا الأغبياء، فإن الناس لا يختلفون كثيرا في الذكاء، إنهم يختلفون فقط في الحماس والعمل الجاد»(2).

هل يمكن تعلم العبقرية؟

يعيد هذا إثارة السؤال، هل العبقرية تولد أم تصنع؟ كيف يحل جدل «الطبيعة/التربية» سر الذكاء؟ هل يمكن لشخص عادي أن يصبح عبقريا؟

بما أنه من الصعب جدا تنمية خلايا الدماغ، فقد اعتُقد مرة أن الذكاء يتحدد في الوقت الذي نصبح فيه بالغين. لكن شيئا واحدا يتضح بازدياد مع بحوث الدماغ الجديدة: يمكن للدماغ نفسه أن يتغير عندما يتعلم. على الرغم من أن خلايا الدماغ لا تضاف إلى قشرة الدماغ، فإن الصلات بين العصبونات تتغير في كل مرة يتم فيها تعلم مهمة جديدة.

على سبيل المثال، حلل علماء في العام 2011 أدمغة سائقي التاكسي الشهيرين في لندن الذين كان عليهم تذكر خمسة وعشرين ألف شارع في شبكة المدينة المعقدة. استغرق الأمر ما بين ثلاث وأربع سنوات للتحضير لهذا الاختبار الصعب، ونجح نصف المتدربين فقط. درس علماء في كلية لندن الجامعية أدمغة هؤلاء السائقين قبل أن يأخذوا الامتحان، ثم اختبروهم مرة أخرى بعد ثلاث أو أربع سنوات. كان لأولئك المتدربين الذين اجتازوا الامتحان حجم من المادة الرمادية أكبر مما كان من قبل، في منطقة دُعيت الحصين الأمامي والخلفي. والحصين كما رأينا هو المكان الذي تعالج فيه الذكريات. (للمفارقة، أظهرت الاختبارات أيضا أن سائقي التاكسي أولئك أحرزوا علامات أقل من العادية في معالجة معلومات مرئية، لذا ربما كان هناك نوع من المقايضة وثمن يدفع لتعلم هذا الحجم من المعلومات).

تقول إيلينور ماغوير من شركة ويلكم Wellcome Trust التي مولت الدراسة: «يبقى الدماغ البشري مرنا حتى في حياة البالغ، مما يسمح له بالتكيف عندما

يتعلم مهمات جديدة. ويشجع هذا البالغين الذين يودون تعلم مهارات جديدة في أواخر حياتهم»[3].

بالمثل، فإن أدمغة الفئران التي تعلمت مهمات عديدة تختلف قليلا عن أدمغة الفئران الأخرى التي لم تتعلم هذه المهمات. ليست المسألة أن عدد العصبونات قد تغير، لكن طبيعة الوصلات العصبونية تغيرت بعملية التعلم. بكلمات أخرى، يغير التعلم حقيقة بنية الدماغ.

يبرز هذا الحكمة القديمة «التمرين يؤدي إلى الإتقان». اكتشف عالم النفس الكندي الدكتور دونالد هيب حقيقة مهمة حول عملية توصيل الدماغ: كلما تمرنا على مهارات معينة أصبحت بعض الممرات في أدمغتنا أقوى بحيث تصبح المهمة أسهل. على النقيض من الحاسوب الرقمي، والذي هو اليوم أبكم كما كان في الماضي، فإن الدماغ آلة تعلم، وله القدرة على إعادة ربط ممراته العصبونية في كل مرة يتعلم فيها شيئا جديدا. وهذا اختلاف رئيس بين الحاسوب الرقمي وبين الدماغ.

لا ينطبق هذا الدرس على سائقي التاكسي في لندن فقط، لكنه ينطبق أيضا على موسيقيي الأوركسترا. وبحسب عالم النفس الدكتور آنديرس أريكسون وزملائه الذين درسوا عازفي الكمان المشهورين في كلية الموسيقى للنخبة في برلين، يمكن لأشهر عازفي الكمان أن يقضوا عشرة آلاف ساعة من التمرين المضني ببلوغهم سن العشرين، بمعدل أكثر من ثلاثين ساعة في الأسبوع. في المقابل، وجد أن الطلبة الاستثنائيين درسوا ثمانية آلاف ساعة فقط أو أقل من ذلك، بينما تمرن أساتذة المستقبل لنحو أربعة آلاف ساعة فقط. يقول عالم الأعصاب دانيل ليفيتين: «الصورة التي تبرز من مثل هذه الدراسة هي أن التمرين عشرة آلاف ساعة ضروري لتحقيق مستوى الأستاذية المؤهلة لتكون خبيرا عالميا – في أي شيء... وفي دراسة بعد أخرى لمؤلفين موسيقيين ولاعبي كرة سلة وكتاب روايات ومتزلجي جليد وعازفي بيانو ولاعبي شطرنج ومجرمين محترفين وما إلى ذلك، يأتي هذا العدد مرة بعد أخرى»[4]. يدعو مالكولم غلادويل الذي ألف كتاب «الاستثنائيون» Outliers هذا بـ «قاعدة الـ 10000 ساعة».

كيف تقيس الذكاء؟

لكن كيف تقيس الذكاء؟ لقرون، اعتمد أي نقاش للذكاء على الإشاعات

والحكايات. لكن دراسات الرنين المغناطيسي MRI أظهرت الآن أن النشاط الرئيس للدماغ وهو يؤدي هذه المعضلات الرياضية يتعلق بالممرات التي تصل القشرة أمام الجبهية (والتي تتعلق بالتفكير العقلاني) بالفصوص الجانبية (والتي تعالج الأرقام). يتطابق هذا مع الدراسات التشريحية على دماغ آينشتاين، والتي أظهرت أن فصوص دماغه الجانبية الأدنى كانت أكبر من الطبيعي. لذا من المعقول القول بأن القدرة الرياضية تتعلق بزيادة تدفق المعلومات بين القشرة أمام الجبهية والفصوص الجانبية. لكن، هل ازداد حجم الدماغ في هذه المنطقة بسبب العمل الجاد والدراسة، أم هل ولد آينشتاين بهذه الطريقة؟ لم يحسم الجواب بعد.

المشكلة الرئيسة هي أنه لا يوجد تعريف مقبول عموما للذكاء، فضلا عن اتفاق بين العلماء عن مصدره. لكن الجواب عن هذا السؤال قد يكون مهما لو أردنا تطوير الذكاء.

اختبارات الذكاء والدكتور تيرمان

افتراضيا، المقياس الأكثر استخداما للذكاء هو اختبار الذكاء IQ، الذي كان رائده الدكتور لويس تيرمان من جامعة ستانفورد، والذي راجع في العام 1916 اختبارا أسبق صمم من قبل ألفرد بينيت للحكومة الفرنسية. أصبح هذا المعيار الذهبي الذي يقيس الذكاء في العقود القليلة التالية. كرس تيرمان حياته لفكرة أن الذكاء يمكن أن يقاس ويورث، وأنه أقوى متنبئ بالنجاح في الحياة.

بعد خمس سنوات من ذلك، بدأ تيرمان دراسة مفصلية على أطفال المدارس دُعيت الدراسات الجينية للعبقرية[5]. كان مشروعا طموحا، لم يسبق أن أُجري مثله من حيث المجال والفترة في عشرينيات القرن الماضي. أُجري البحث في هذا المجال على جيل بأكمله. صُنفت نجاحات هؤلاء الأفراد وإخفاقاتهم خلال حياتهم بطريقة منهجية، وسجلت إنجازاتهم في سجلات ضخمة. دُعي هؤلاء الطلاب بمعدلات ذكاء IQ مرتفعة بـ «النمل الأبيض» Termites.

في البداية بدت فكرة الدكتور تيرمان ناجحة جدا. وأصبحت المقياس الذي قيس به الأطفال في الاختبارات الأخرى. وخلال الحرب العالمية الأولى أُجري هذا الاختبار على 1.7 مليون جندي. لكن خلال السنوات التالية بدأ نموذج مختلف يظهر ببطء. بعد عقود، كان الأطفال الذين أحرزوا علامات عالية في مقياس الـ IQ أنجح

بقليل من الآخرين. كان في إمكان تيرمان أن يشير بفخر إلى بعض طلابه الذين فازوا بالجوائز وحصلوا على وظائف عالية. لكنه أصبح قلقا بازدياد من العدد الكبير من أذكى طلابه الذين اعتبرهم المجتمع فاشلين. حصلوا على وظائف مغلقة ووضيعة، وانخرط بعضهم في الجريمة، أو عاشوا على هامش المجتمع. كانت هذه النتائج مخيبة للأمل بالنسبة إلى الدكتور تيرمان، الذي كرّس حياته لإثبات أن درجة عالية في مقياس الذكاء IQ تعني النجاح في الحياة.

النجاح في الحياة والإشباع المؤجل

اتُّبع توجه آخر في العام 1972 من قبل الدكتور والتر ميشيل من جامعة ستانفورد، الذي حلل صفة إضافية أخرى لدى الأطفال: القدرة على تأجيل الإشباع. استكشف لأول مرة استخدام (اختبار الحلوى)، أي هل يفضل الأطفال حلوى واحدة الآن، أو الحصول على اثنتين بعد عشرين دقيقة؟ اشترك ستمائة طفل بين سن الرابعة والسادسة في هذه التجربة. وعندما زار ميشيل المشتركين مرة أخرى في العام 1988، وجد أن أولئك الذين استطاعوا تأجيل الإشباع كانوا أكثر كفاءة من الآخرين.

في العام 1990 أظهرت دراسة أخرى علاقة مباشرة بين أولئك الذين يستطيعون تأجيل الإشباع ومعدلات دخول الجامعة. وأشارت دراسة أُجريت في العام 2011 إلى أن هذه الصفة استمرت خلال حياة الشخص بكاملها. كشفت نتائج هذه الدراسات وأخرى غيرها حقائق كثيرة. سجل الأطفال الذين أظهروا إشباعا مؤجلا درجة أعلى في كل مقياس من مقاييس النجاح في الحياة تقريبا: وظائف بمرتبات أعلى، ومعدلات أقل من الإدمان على المخدرات، وعلامات اختبار أعلى، ومستويات تعليم أرقى، وتكاملا اجتماعيا أفضل... إلخ.

لكن الأكثر غموضا هو أن مسوحات الدماغ لهؤلاء الأفراد أظهرت نمطا معينا. لقد أظهرت اختلافا واضحا في الطريقة التي تتفاعل فيها القشرة أمام الجبهية مع المخطط البطني، وهي منطقة تتعلق بالإدمان. (ليس هذا مستغربا، بما أن المخطط البطني يحتوي على النواة المتكئة المعروفة بـ «مركز اللذة». لذا يبدو أن هناك صراعا بين جزء الدماغ الباحث عن اللذة، والجزء العقلاني الذي يتحكم في الإغراء كما رأينا في الفصل 2).

لم يكن هذا الاختلاف عفويا. اختبرت النتيجة من قبل مجموعات مستقلة عديدة خلال السنوات الماضية، بنتائج متطابقة تقريبا. تحققت دراسات أخرى أيضا من الاختلاف في الدارة الجبهوية – المخططة من الدماغ، والتي يبدو أنها تتحكم في الإشباع المؤجل. ويبدو أن الخاصة الوحيدة الأكثر ارتباطا بالنجاح في الحياة، والتي استمرت عقودا، هي القدرة على تأجيل الإشباع.

على الرغم من هذا التبسيط الزائد، فإن ما تظهره مسوحات الدماغ هذه هو أن العلاقة بين الفصوص الجبهوية والجدارية مهمة للتفكير الرياضي والمجرد، بينما الصلة بين الجهازين أمام الجبهوي والحوفي (التحكم الواعي بعواطفنا ومركز اللذة) يبدو أنها ضرورية للنجاح في الحياة.

ويستنتج الدكتور ريتشارد ديفيدسون، عالم الأعصاب في جامعة ويسكنسون – ماديسون، أن «علاماتك في المدرسة ودرجاتك في القبول الجامعي تعني أقل بالنسبة إلى النجاح في الحياة من قدرتك على المشاركة والتعاون، وقدرتك على التحكم في عواطفك وقدرتك على تأجيل إشباعك وقدرتك على تركيز اهتمامك. هذه المهارات أهم بكثير – كما تشير البيانات كلها – للنجاح في الحياة من معدل اختبار الذكاء IQ أو درجاتك»[6].

مقاييس جديدة للذكاء

من الواضح أنه يجب أن تكون هناك طرق جديدة لقياس الذكاء والنجاح في الحياة. ليست اختبارات الذكاء IQ من دون فائدة، لكنها تقيس شكلا محدودا واحدا من الذكاء فقط. يلاحظ الدكتور مايكل سويني، مؤلف كتاب «الدماغ: العقل الكامل» Brain: The Complete Mind أن «الاختبارات لا تقيس الحافز والإصرار والمهارات الاجتماعية ومجموعة أخرى من الصفات لحياة جيدة»[7].

المشكلة بالنسبة إلى العديد من هذه الاختبارات القياسية هي أنه ربما يكون هناك أيضا انحياز غير مقصود بسبب الاختلافات الثقافية. إضافة إلى ذلك، تقيم هذه الاختبارات نوعا واحدا خاصا فقط من الذكاء، والذي يدعوه بعض علماء النفس بالذكاء «المتقارب». يركز الذكاء المتقارب على نوع واحد من التفكير، متجاهلا النوع «المتباعد» الأكثر تعقيدا من الذكاء، والذي يشمل قياس عوامل مختلفة. على سبيل

المثال، خلال الحرب العالمية الثانية طلبت القوات الجوية الأمريكية من العلماء تصميم اختبار نفسي يقيس ذكاء الطيار وقدرته على معالجة ظروف صعبة غير متوقعة. كان أحد الأسئلة «لو أُسقطتَ داخل بلد عدو وعليك أن تنجو بطريقة ما إلى خطوط الأصدقاء، ماذا تفعل؟» عارضت النتائج التفكير التقليدي.

توقع معظم علماء النفس أن دراسة القوات الجوية ستظهر أن الطيارين بعلامات عالية في اختبارات الذكاء IQ سيسجلون نقاطا عالية في هذا الاختبار أيضا. في الحقيقة، كان العكس هو الصحيح. كان الطيارون الذين أحرزوا أعلى النقاط هم الذين تفوقوا في نمط التفكير المتباعد، الذين استطاعوا القراءة خلال مسارات مختلفة من التفكير[8]. استطاع الطيارون الذين برعوا في ذلك على سبيل المثال التفكير في أنواع مختلفة من الطرق المتخيلة وغير التقليدية للهرب بعد القبض عليهم خلف خطوط العدو.

انعكس الاختلاف بين التفكير المتقارب والمتباعد أيضا في دراسات على مرضى الدماغ المشطور، التي أظهرت بوضوح أن كل نصف كرة من الدماغ يرتبط بشكل أساسي بهذا النوع أو ذاك من التفكير. يكتب الدكتور أولريش كرافت من فيلدا في ألمانيا: «نصف الكرة الأيسر مسؤول عن التفكير المتقارب، والنصف الأيمن عن التفكير المتباعد[9]. يفحص الجانب الأيسر التفاصيل، ويعالجها منطقيا وتحليليا، لكنه يفتقر إلى الإحساس بالعلاقات المجردة والقاهرة. الجانب الأيمن أكثر خيالية وعفوية، ويميل إلى العمل بشكل شمولي، بحيث يجمع أجزاء أحجية البيانات ليجعل منها كلا متكاملا».

في هذا الكتاب، عُرِّف الوعي البشري على أنه يشمل القدرة على خلق نموذج عن العالم، ومن ثم تمثيل هذا النموذج في المستقبل من أجل الوصول إلى هدف ما. استطاع الطيارون الذين أظهروا تفكيرا متباعدا تمثيل حوادث ممكنة عدة في المستقبل بدقة وبتعقيد أكبر. بالمثل، يبدو أن الأطفال الذين سيطروا على الإشباع المؤجل في اختبار الحلوى الشهير كانوا أقدر على تمثيل المستقبل لرؤية المكافآت طويلة الأمد، وليس المخططات قصيرة الأمد، والكسب السريع فقط.

سيكون اختبار الذكاء الأكثر تعقيدا الذي يكمم مباشرة قدرة الشخص على تمثيل المستقبل أكثر صعوبة، لكن ليس من المستحيل تصميمه. يمكن الطلب من شخص ما

خلق أكثر ما يمكن من السيناريوهات الواقعية للمستقبل للفوز في لعبة ما، وبدرجة معينة بحسب عدد التمثيلات التي يستطيع تخيلها، وعدد الصلات العرضية المتعلقة بكل منها. وبدلا من قياس قدرة شخص على هضم معلومات ببساطة، ستقيس هذه الطريقة الجديدة قدرة الشخص على التحكم في هذه المعلومات وتشكيلها لتحقيق هدف أعلى. على سبيل المثال، ربما يُسأل شخص ما عن التفكير في كيفية الهرب من جزيرة مهجورة ممتلئة بحيوانات متوحشة جائعة وحيات سامة. سيكون عليه ذكر كل الطرق المتعددة للنجاة، وصد الحيوانات الخطرة، وترك الجزيرة خالقا شجرة عرضية مفصلة للنتائج المحتملة والمستقبل.

لذا نرى أن هناك خيطا مشتركا يمر خلال هذا النقاش كله، وهو أن الذكاء يتعلق بدرجة التعقيد التي يمكننا بواسطتها تمثيل المستقبل، وهذا يرتبط بنقاشنا السابق بشأن الوعي.

لكن بأخذ التطورات السريعة التي تحدث في مختبرات العالم فيما يتعلق بالحقول الكهرطيسية والجينات والمعالجة بالعقاقير، فهل من الممكن ليس قياس ذكائنا فقط، بل تطويره أيضا - كي نصبح آينشتاين آخر؟

تطوير ذكائنا

استكشفت هذه الإمكانية في رواية «زهور من أجل آلغيرنون» (Flowers for Algernon 1958)، والتي حولت فيما بعد إلى الفيلم «تشارلي» Charly الذي حاز جائزة الأوسكار. في هذه الرواية، نتابع الحياة المؤسفة لتشارلي غوردن، الذي كان معدل ذكائه بمقياس IQ يعادل 68، والذي كان يعمل في وظيفة وضيعة في مخبز. يعيش تشارلي حياة بسيطة ويفشل في إدراك أن زملاءه من العمال يسخرون منه، ولا يعرف حتى كيف يتهجي اسمه.

صديقته الوحيدة كانت أليس، وهي معلمة أشفقت عليه وحاولت تعليمه القراءة. لكن في أحد الأيام يكتشف العلماء طريقة جديدة يمكنها أن تجعل فأرة ما ذكية على الفور. تسمع أليس بهذه القصة وتقرر تقديم تشارلي إلى هؤلاء العلماء الذين يوافقون على تجريب طريقتهم على أول إنسان. وخلال أسابيع يتغير تشارلي بشكل ملحوظ. توسعت مفرداته وهضم كتبا من المكتبة وأصبح رجلا محبوبا من

النساء وامتلأت غرفته بالأعمال الفنية الحديثة. وسرعان ما بدأ يقرأ حول النسبية ونظرية الكم، دافعا حدود الفيزياء المتقدمة. حتى أنه أصبح وأليس عاشقين.

لكن الأطباء لاحظوا بعد ذلك أن الفأر فقد قدرته ببطء ومات. وبإدراكه أنه أيضا قد يخسر كل شيء، حاول تشارلي بقوة استخدام ذكائه الفائق لاكتشاف علاج، لكنه بدلا من ذلك اضطر إلى شهود انحداره المستمر. تقلصت مفرداته ونسي الرياضيات والفيزياء، وعاد ببطء إلى شخصيته القديمة. في المشهد الأخير، تقف أليس تراقب تشارلي وهو يلعب مع الأطفال.

هذه الرواية والفيلم، على الرغم من أنهما مؤثران ومشهوران، فإنهما استُبعدا باعتبارهما مجرد خيال علمي. كانت الحبكة مؤثرة وأصيلة، لكن فكرة تطوير ذكاء شخص ظلت بعيدة. قال العلماء إنه لا يمكن تنشيط خلايا الدماغ، لذا كانت حبكة هذا الفيلم مستحيلة، لكن ليس بعد الآن.

على الرغم من أنه لايزال من المستحيل تطوير ذكائك، فإن التطورات السريعة في مجال المجسات الكهرطيسية والجينات والخلايا الجذعية يمكنها يوما ما جعل هذا الشيء أمرا ممكنا. بصورة خاصة ركز الاهتمام العلمي على «عارفين متوحدين» يمتلكون قدرات فائقة وهائلة تفجر الخيال. والأكثر أهمية، بسبب إصابات محددة للدماغ، يمكن للأشخاص العاديين أن يحصلوا بسرعة على قدرات إعجازية تقريبا. حتى أن بعض العلماء يعتقدون أن من الممكن تحريض هذه القدرات الخارقة باستخدام الحقول الكهرطيسية.

عارفون فائقون؟

اخترقت رصاصة جمجمة السيد زد عندما كان في سن التاسعة. لم تقتله كما خشي أطباؤه، لكنها أحدثت ضررا بالغا في الجانب الأيسر من دماغه، مسببة شللا للجانب الأيمن من جسمه، تاركة إياه أصم وأبكم بشكل دائم.

لكن كان للرصاصة أيضا تأثير جانبي غريب. طوّر السيد زد قدرات ميكانيكية فائقة وذاكرة قوية كنموذج لرجل «عارف».

لم يكن السيد زد وحيدا. في العام 1979 صُدم صبي في العاشرة من عمره يدعى أورلاندو سيريل بواسطة كرة مضرب ضربته على الجانب الأيسر من رأسه

ليفقد بعد ذلك وعيه. في البداية شكا من أوجاع شديدة في رأسه. لكنه استطاع بعد انحسار الألم أن يجري حسابات رياضية ملحوظة، وكانت له ذاكرة شبه فوتوغرافية لحوادث معينة تحدث في حياته. استطاع حساب تواريخ منذ آلاف السنين حتى المستقبل.

في العالم كله هناك نحو سبعة مليارات شخص، من بينهم نحو مائة حالة موثقة، من هؤلاء العارفين الفائقين Savants (سيكون العدد أكبر بكثير لو أدخلنا أولئك الذين يتمتعون بمهارات عقلية غير عادية، لكنها ليست فائقة. من المعتقد أن نحو 10 في المائة من الأشخاص المصابين بمرض التوحد يظهرون بعض قدرات العارفين). يمتلك هؤلاء العارفون غير العاديين قدرات أكبر من فهمنا العلمي الحالي.

هناك أنواع عديدة من العارفين الذين أثاروا حديثا فضول العلماء. عانى نحو نصف العارفين شكلا من أشكال مرض التوحد (يظهر النصف الآخر أشكالا أخرى من المرض العقلي، أو الاضطراب النفسي). كانت لديهم غالبا مشاكل عميقة تتعلق بالتفاعل الاجتماعي، وتؤدي بهم إلى عزلة عن المجتمع.

ثم هناك «متلازمة العارف المكتسبة» Acquired Savant Syndrome، حيث يتعرض أناس يبدون طبيعيين تماما لشكل من أشكال الصدمات العنيفة في مراحل متأخرة من حياتهم (على سبيل المثال، اصطدام رؤوسهم بقاع حوض سباحة، أو تلقيهم ضربة بكرة البيسبول، أو إصابتهم برصاصة)، ودائما تقريبا على الجانب الأيسر من الدماغ. لكن بعض العلماء يقترحون أن هذا التمييز مضلل، وأن مهارات العارف جميعها ربما تكون مكتسبة. بما أن العارفين الذين يعانون التوحد يبدأون بإظهار قدراتهم تقريبا في سن الثالثة والرابعة، فلربما كان مرض التوحد لديهم (مثل إصابتهم بضربة على رأسهم) هو مصدر قدراتهم.

هناك اختلاف علمي بشأن مصدر هذه القدرات الخارقة. يعتقد البعض أن هؤلاء الأفراد ببساطة ولدوا بهذه الطريقة، وبالتالي فهم متميزون، وأنهم حالات شاذة فريدة من نوعها. حتى لو أيقظت مهاراتهم برصاصة، فهي متصلة بأدمغتهم منذ الولادة. إذا كان الأمر كذلك فربما لا يمكن أبدا تعلم هذه المهارة أو نقلها.

يدعي آخرون أن مثل هذا الاتصال يناقض نظرية التطور، التي حدثت بشكل تراكمي خلال فترات طويلة من الزمن. لو أن العباقرة العارفين موجودون فإن

الباقين منا لا بد أنهم يمتلكون قدرات مماثلة، على الرغم من أنها مختبئة. هل يعني هذا إذن أنه من الممكن يوما ما أن نفعل هذه القدرات وفق إرادتنا؟ يعتقد البعض ذلك، وهناك حتى بحوث منشورة تدعي أن بعض مهارات العارفين كامنة فينا كلنا، ويمكن إخراجها إلى النور باستخدام الحقول المغناطيسية المولدة من ماسح كهرطيسي TES، أو ربما هناك أساس جيني لهذه المهارة، حيث يمكن للمعالجة الجينية أن تعيد تشكيل هذه القدرات المذهلة. ربما يكون أيضا من الممكن تربية خلايا جذعية تسمح للعصبونات بأن تنمو في القشرة أمام الجبهية والمراكز الرئيسة الأخرى من الدماغ. ثم قد نستطيع زيادة قدراتنا العقلية.

هذه الوسائل كلها هي مصدر كثير من التخمين والبحث. وهي لن تسمح للأطباء بعكس أضرار أمراض كألزهايمر فقط، ولكنها قد تمكّننا من تطوير ذكائنا أيضا. الإمكانات مذهلة.

سجلت أول حالة موثقة لعارف في العام 1789 من قبل الدكتور بينجامين راش، الذي درس شخصا بدا أنه معاق عقليا. لكن عندما سئل عن عدد الثواني التي يعيشها إنسان (كان سنه سبعين عاما وسبعة عشر يوما واثنتي عشرة ساعة)، استغرق الأمر منه تسعين ثانية فقط لإعطاء الجواب الصحيح: 2210500800.

درس الدكتور دونالد تريفيرت، وهو طبيب في ويسكونسن، هؤلاء العارفين بشكل مطوّل[10]. تذكر إحدى القصص لعارف أعمى سئل سؤالا بسيطا. لو وضعت حبة ذرة واحدة في المربع الأول من لوحة شطرنج وحبتان في الثانية وأربعة في التالية ثم تابعت مضاعفة عدد الحبات بعد ذلك، فكم حبة ذرة سيكون لديك على أربعة وستين مربعا؟ استغرق الأمر منه خمسا وأربعين ثانية ليأتي بالجواب الصحيح: 18446744073709551616[11].

ربما كان أفضل مثال معروف عن عارف هو الراحل كيم بيك، والذي كان ملهم الفيلم «رجل المطر» Rain Man، من تمثيل دستن هوفمان وتوم كروز. وعلى الرغم من أن كيم بيك كان متخلّفا عقليا بشدة (لم يكن قادرا على العيش وحده ومن الصعب عليه ربط أشرطة حذائه أو زر قميصه)، بيد أنه حفظ غيبا نحو اثني عشر ألف كتاب، واستطاع إعادة قراءة أسطر منها، كلمة كلمة، ومن أي صفحة. استغرق منه الأمر نحو ثماني ثوان لقراءة صفحة (استطاع حفظ كتاب في نحو نصف ساعة،

لكنه قرأه بطريقة غير عادية. كان باستطاعته قراءة صفحتين معا في الوقت ذاته، مستخدما كل عين لقراءة صفحة مختلفة في الوقت ذاته). وعلى الرغم من حيائه المفرط، بدأ في النهاية يستمتع بأداء عمليات مدهشة في الرياضيات أمام متفرجين فضوليين يحاولون تحديه بأسئلة صعبة.

على العلماء بالطبع أن يميزوا بين مهارات عارف حقيقية وخدع بسيطة في التذكر. ليست مهاراتهم رياضية بحتة - فهي تمتد أيضا إلى قدرات موسيقية وفنية وميكانيكية مذهلة. وبما أن العارفين من مرض التوحد لديهم صعوبة كبيرة في التعبير لفظيا عن عملياتهم العقلية، فإن الوسيلة الأخرى هي فحص أفراد لديهم متلازمة أسبيرغر، والتي هي شكل أخف من التوحد. اعترف بمتلازمة أسبيرغر كحالة نفسية مميزة فقط في العام 1994، بحيث لا يتوافر بحث قوي في هذا المجال. ومثل مرضى التوحد، يجد المصابون بمتلازمة أسبيرغر صعوبة في التفاعل اجتماعيا مع الآخرين. مع ذلك يمكنهم بالتدريب الملائم تعلم مهارات اجتماعية كافية للاحتفاظ بوظيفة وشرح عملياتهم العقلية. وكان لجزء منهم مهارات عارف متميزة. يعتقد بعض العلماء أن العديد من العلماء الكبار كانت لديهم متلازمة أسبيرغر. ربما يفسر هذا الطبيعة الغريبة والمنزوية لفيزيائيين كإسحق نيوتن وبول ديراك (أحد مؤسسي نظرية الكم). نيوتن بشكل خاص لم يكن قادرا، وبصورة مرضية، على إجراء حديث قصير.

استمتعت بلقاء أحد هؤلاء العارفين، وهو دانييل تاميت، الذي ألف كتاب «مولود في يوم أزرق» Born on a Blue Day، المصنّف ضمن قائمة الكتب الأكثر مبيعا[12]. كان الوحيد تقريبا بين هؤلاء العارفين المرموقين القادر على التعبير عن أفكاره في كتب ومقابلات إذاعية وتلفزيونية. وبالنسبة إلى شخص واجه صعوبة في التعامل مع الآخرين في طفولته، فقد أصبح متمرسا بمهارات التواصل الاجتماعي.

تميز دانييل في تسجيل رقم عالمي لتذكّر عدد باي PI، وهو ثابت أساسي في الهندسة. كان قادرا على تذكره إلى 22514 رقما بعد الفاصلة. سألته كيف حضر لمثل هذا الإنجاز الهائل؟ فأخبرني أنه يربط لونا أو بنية بكل رقم. ثم سألته السؤال الرئيس: لو أن لكل رقم لونا أو بنية، إذن كيف تتذكر عشرات الآلاف منها؟ للأسف في تلك النقطة قال إنه لا يعرف. لقد جاءت فجأة إلى ذهنه. كانت الأرقام حياته

منذ أن كان طفلا، وبالتالي فإنها تظهر ببساطة في عقله. فدماغه خليط دائم من الأرقام والألوان.

الأسبيرغر ووادي السيليكون

حتى الآن ربما يبدو هذا النقاش مجردا، من دون أي تأثير مباشر في حياتنا اليومية. لكن تأثير الناس بدرجة معتدلة من التوحد والأسبيرغر قد يكون أكثر شيوعا مما اعتقد سابقا، خصوصا في حقول معينة من التقنية العالية.

في المسلسل التلفزيوني الناجح «نظرية الانفجار الكبير»The Big Bang Theory، نتابع سلوك عدد من العلماء الشباب، هم بشكل رئيس فيزيائيون غريبو الأطوار، في بحثهم الشاق عن رفيقة. في كل حلقة، هناك حادث مضحك يظهر كم هم مضحكون وبائسون في محاولاتهم هذه.

هناك اتفاق مضمر يجري خلال المسلسل بأن تفوقهم في الذكاء يرافقه نوع من الشذوذ . وقد لاحظ الناس أنه بين علماء التقنية العالية في وادي السيليكون، ووفق ما هو متداول، يبدو أن نسبة أعلى من العادية منهم يفتقرون إلى المهارات الاجتماعية (هناك مقولة بين العلماء الإناث اللاتي يدرسن في جامعات متخصصة جدا في الهندسة، حيث تكون نسبة الإناث إلى الرجال لمصلحتهن بشكل كبير: «الفرص جيدة - لكن المتاحين غريبو الأطوار»).

شرع العلماء في تفحص هذا الشك. الفرضية هي أن الناس باضطراب الأسبيرغر والأشكال المعتدلة الأخرى من التوحد لديهم مهارات عقلية مناسبة تماما لبعض الحقول، مثل صناعة تقنية المعلومات. فحص علماء في كلية لندن الجامعية ستة عشر شخصا شخّصوا بنوع طفيف من التوحد، وقارنوهم بستة عشر شخصا طبيعيا. عرضت على المجموعتين شرائح تحوي أعدادا وحروفا عشوائية مرتبة بأنماط متزايدة التعقيد.

أظهرت نتائجهم أن الأفراد باضطراب التوحد لديهم قدرة أعلى على التركيز على المهمة. في الحقيقة، مع ازدياد صعوبة المهمة، بدأت الفجوة بين المهارات العقلية للمجموعتين تتباعد. حيث أدى الأشخاص باضطراب التوحد بشكل أفضل من مجموعة التحكم (لكن الاختبار أظهر كذلك أن انتباه هؤلاء الأشخاص تشتت بسهولة أكبر من مجموعة التحكم من جراء الأصوات الخارجية والأضواء المتلألئة).

يقول الدكتور نيللي لافي: «تؤكد دراستنا فرضيتنا بأن الناس باضطراب التوحد لديهم قدرة إدراكية أكبر بالمقارنة مع السكان العاديين... يستطيع الناس باضطراب التوحد إدراك معلومات أكثر بكثير من الفرد البالغ العادي»[13].

لا يبرهن هذا بالتأكيد على أن الناس المتفوقين عقليا كلهم لديهم نوع من الأسبيرغر. لكنه يشير إلى أن المجالات التي تتطلب القدرة على التركيز عقليا، ربما تشمل نسبة أعلى من الأشخاص باضطراب الأسبيرغر.

مسوحات دماغ العارفين

بقي موضوع العارفين محاطا بالخرافات والحكايات. لكن الحقل بأكمله انقلب رأسا على عقب أخيرا مع تطور جهاز الرنين المغناطيسي MRI ومسوحات الدماغ الأخرى.

لم يكن دماغ كيم بيك، على سبيل المثال، عاديا[14]. أظهرت مسوحات MRI أنه يفتقر إلى الحبل العصبي الذي يصل الجانب الأيسر من الدماغ بالجانب الأيمن، والذي ربما كان السبب في قدرته على قراءة صفحتين في الوقت نفسه. انعكست مهاراته الحركية الضعيفة بوجود مخيخ مشوه، وهو المنطقة التي تتحكم في التوازن. لسوء الحظ، لم تستطع مسوحات MRI أن تظهر المصدر الأصلي لقدراته غير العادية وذاكرته الفوتوغرافية. لكن مسوحات الدماغ بصورة عامة أظهرت أن العديد من الذين يعانون متلازمة العارف المكتسبة اختبروا عطلا في الجانب الأيسر من أدمغتهم.

تركز الاهتمام بصورة خاصة على القشرتين الجانبية الداخلية اليسرى والجبهية الحجاجية. يعتقد البعض أن مهارات العارف كلها (من التوحد، والمكتسبة، والأسبيرغر) ربما تنشأ من عطل يصيب هذه البقعة الخاصة على الفص الجانبي الأيسر. يمكن لهذه المنطقة أن تعمل كـ «حساس» يثير أحيانا ذكريات غير مهمة. لكن بعد أن يحدث العطب لنصف الكرة الأيسر، يبدأ نصف الكرة الأيمن بالتحكم. الدماغ الأيمن أكثر دقة بكثير من الدماغ الأيسر، الذي غالبا ما يشوه الحقيقة ويخلطها. من المعتقد أن الدماغ الأيمن عليه أن يعمل بجهد أكبر بسبب عطل الدماغ الأيسر، وبالتالي تتطور مهارات العارف نتيجة لذلك. على سبيل المثال، فإن الدماغ الأيمن أكثر فنية بكثير من الدماغ الأيسر. عادة يحد الدماغ الأيسر من هذه الموهبة، ويمنع تطورها لكن لو أُصيب الدماغ الأيسر بطريقة ما، فربما تطلق القدرات الفنية المخبأة في الدماغ

الأيمن، مسببة انفجار الموهبة الفنية. لذا فالمفتاح لإطلاق قدرات العارف ربما يكون بتخميد الدماغ الأيسر بحيث لا يقيد المواهب الطبيعية للدماغ الأيمن. يشار إلى هذا أحيانا بـ «عطب الدماغ الأيسر وتعويض الدماغ الأيمن».

في العام 1998 أجرى الدكتور بروس ميلر من جامعة كاليفورنيا - سان فرانسيسكو سلسلة من الدراسات التي أيدت هذه الفكرة[15]. درس مع معاونيه خمسة أشخاص عاديين بدأوا يظهرون علامات على الخرف الجبهي الصدغي (FTD). ومع بدء الخرف لديهم بالتطور، بدأت قدرات العارف لديهم في الظهور تدريجيا. وبدأ عدد منهم يظهر قدرات فنية استثنائية أكثر، على الرغم من أن أحدا منهم لم يظهر مثل هذه القدرات من قبل. والأكثر من ذلك أن القدرات التي أظهروها كانت نموذجا لتصرفات العارفين. كانت قدراتهم بصرية وليست سمعية، وكانت أعمالهم الفنية على الرغم من روعتها مجرد نسخ تفتقر إلى الأصالة أو الرمزية أو التجريد (في الحقيقة تحسنت حالة أحد المرضى خلال الدراسة. لكن مهاراته العارفية الناشئة انخفضت أيضا نتيجة لذلك. يقترح هذا علاقة وثيقة بين الاضطرابات التي تصيب الفص الجانبي الأيسر، ومهارات العارف الناشئة).

بدا أن تحليل الدكتور ميلر يظهر أن تدهور القشرتين الجانبية اليسرى والجبهية الحجاجية ربما أنقص خمود النظم البصرية في نصف الدماغ الأيمن، وبالتالي زاد من القدرات الفنية. مرة أخرى، فإن تعطيل نصف الكرة الأيسر في منطقة محددة يجبر نصف الكرة الأيمن على تولّي المهمة والتطور.

إضافة إلى العارفين، أجريت مسوحات MRI على أناس بمتلازمة فرط الاستذكار hyperthymestic ، الذين تمتعوا أيضا بذاكرات فوتوغرافية متفوقة [16]. لا يعاني هؤلاء الأشخاص التوحد والاضطرابات العقلية، لكنهم يشاركونهم بعض مهاراتهم. في الولايات المتحدة بأكملها هناك نحو أربع حالات موثقة فقط لأناس بذاكرات تصويرية حقيقية. إحداها هي لجيل برايس، وهي مديرة مدرسة في لوس أنجلوس تستطيع أن تتذكر ما كانت تفعل في يوم معين منذ عدة عقود. لكنها تشكو من صعوبة محو بعض الأفكار. في الحقيقة، يبدو عقلها كأنه «عالق على شكل ملاح آلي». تقارن ذاكرتها بعملية مراقبة العالم من خلال شاشة منقسمة، حيث يتنافس الماضي والحاضر باستمرار بشكل دائم للفت انتباهها.

منذ العام 2000 مسح علماء في جامعة كاليفورنيا - ارفاين دماغها، ووجدوا أنه غير عادي. كانت مناطق عدة فيه أكبر من المعتاد، مثل النواة المذنبة (التي تتعلق بتشكيل العادات)، ومثل الفص الصدغي (الذي يخزن الحقائق والأرقام). لقد افترض أن هاتين المنطقتين تعملان بتناسق لخلق ذاكرتها التصويرية. لذا كان دماغها مختلفا عن أدمغة العارفين الذين يعانون عطبا في الفصوص الصدغية اليسرى. السبب غير معروف، لكنه يشير إلى وسيلة أخرى يمكن للمرء بواسطتها الحصول على هذه القدرات العقلية الرائعة.

هل يمكننا أن نصبح عارفين؟

يثير هذا كله الإمكانية الغريبة بأن بإمكان الفرد أن يعطّل عن قصد أجزاء من الدماغ الأيسر، وبذلك يزيد من فاعلية الدماغ الأيمن، مجبرا إياه على الحصول على قدرات العارفين.

نتذكر أن التحريض المغناطيسي عبر الجمجمة، أو الـ TMS يسمح للمرء بأن يسكت أجزاء من دماغه. إذا كان الأمر كذلك، لماذا لا نستطيع إسكات هذا الجزء من القشرتين الأمامية اليسرى والجبهية الحجاجية للدماغ باستخدام الـ TMS، وتفعيل عبقرية تشبه العارفين كما نشاء؟

جربت هذه الفكرة فعلا[17]. تصدر الدكتور ألان سيندر من جامعة سيدني في أستراليا العناوين الرئيسة منذ عدة سنوات عندما ادعى أنه بتطبيق الـ TMS لمنطقة معينة من الدماغ الأيسر استطاع مرضاه فجأة أن يقوموا بإنجازات تشبه إنجازات العارفين. بتوجيه موجات مغناطيسية منخفضة التردد إلى نصف الكرة الأيسر من الدماغ، يمكن للمرء أن يغلق من حيث المبدأ هذه المنطقة المسيطرة من الدماغ، بحيث يسيطر نصف الكرة الأيمن. أجرى الدكتور سيندر ومعاونوه تجربة على أحد عشر متطوعا من الذكور. طبقوا الـ TMS على المنطقة الجبهية الأمامية اليسرى، بينما كان الأشخاص يجرون اختبارات تتعلق بالقراءة والرسم. لم تنتج هذه مهارات عارفين بين الأشخاص، لكن اثنين منهم أحرزا تطورات مهمة في قدراتهما على قراءة الكلمات وإدراك كلمات مزدوجة. في تجربة أخرى أعطى الدكتور يونغ وزملاؤه مجموعة من الاختبارات النفسية لسبعة عشر فردا[18]. صممت التجارب

خصيصا لاختبار مهارات العارفين (تحلل تجارب من هذا النوع قدرة الشخص على تذكر حقائق، والتعامل مع الأرقام والتواريخ، وصنع أعمال فنية، أو أداء موسيقي). سجل خمسة أفراد تطورا في مهارات العارفين بعد المعالجة بجهاز الـ TMS.

لاحظ الدكتور مايكل سويني «عندما طبق تقنية الـ TMS على الفصوص أمام الجبهية، أن سرعة المعالجة الإدراكية وحركيتها قد تطورت. تشبه دفقات الـ TMS جرعات موضعية من الكافيين، لكن لا أحد يعلم علم اليقين كيف تقوم المغانط فعلا بعملها»[19]. تلمح هذه التجارب إلى أن إسكات جزء من المنطقة الجبهية الأمامية للدماغ يمكنه أن يطلق بعض المهارات المتطورة، وإن لم تبرهن ذلك. لكن هذه المهارات بعيدة جدا عن مهارات العارفين، ويجب أن نشير أيضا إلى أن مجموعات أخرى اختبرت هذه التجارب وكانت النتائج غير حاسمة. يجب إجراء تجارب أكثر، لذا مازال من المبكر إعطاء حكم نهائي إيجابا أو سلبا.

مجسات الـ TMS هي أسهل أداة للاستخدام لهذا الغرض وأكثرها ملاءمة، لأنها تستطيع إسكات أجزاء مختلفة من الدماغ كما نشاء، من دون الحاجة إلى تعطيل الدماغ أو صدمه. لكن يجب الإشارة أيضا إلى أن مجسات الـ TMS مازالت بدائية، وتقوم بإسكات ملايين العصبونات في وقت واحد. وأيضا فإن الحقول المغناطيسية على عكس المجسات الكهربائية، ليست دقيقة وتنتشر فوق عدة سنتيمترات. نعلم أن القشرتين الأمامية اليسرى والجبهية الحجاجية معطلتان لدى العارفين، ومن المحتمل أنهما مسؤولتان جزئيا على الأقل عن قدراتهم الفريدة، لكن ربما كانت المنطقة المحددة التي يجب إخمادها أصغر من ذلك. لذا فكل دفقة من الـ TMS قد تخمد عن غير قصد بعض المناطق التي يجب أن تبقى سليمة من أجل إنتاج مهارات تشبه مهارات العارفين.

ربما نستطيع في المستقبل، باستخدام مجسات الـ TMS، حصر المنطقة من الدماغ المتعلقة بتطوير مهارات العارفين. وعندما تُحدد هذه المنطقة فإن الخطوة التالية هي استخدام مجسات كهربائية دقيقة جدا، كتلك المستخدمة في التحفيز العميق للدماغ، وبالتالي إخماد هذه المناطق بدقة أكبر. ثم بكبسة زر قد يكون من الممكن استخدام هذه المجسات لإسكات هذه المنطقة الضئيلة من الدماغ من أجل الحصول على مهارات تشبه مهارات العارفين.

نسيان أن ننسى والذاكرة الفوتوغرافية

على الرغم من أن مهارات العارفين يمكن أن تطلق بسبب عطل ما في الدماغ الأيسر (ما يؤدي إلى التعويض من قبل الدماغ الأيمن) فإن هذا مازال لا يفسر بدقة كيف يمكن للدماغ الأيمن أن يقوم بهذه الإنجازات المبهرة للذاكرة. بأي آلية عصبية تظهر الذاكرة الفوتوغرافية؟ ربما يحدد الجواب عن هذا السؤال ما إذا كان من الممكن أن نصبح عارفين.

حتى وقت قريب اعتُقد أن الذاكرة الفوتوغرافية ناتجة من القدرة المميزة لأجزاء معينة من الدماغ على التذكر[20]. لو أن الأمر كذلك فلربما كان من الصعب على الشخص العادي تعلم مهارات الذاكرة تلك، بما أن الأدمغة المميزة فقط قادرة على ذلك. لكن دراسة جديدة أُجريت في العام 2012 أظهرت أن العكس تماما قد يكون هو الصحيح.

ربما لا يكون المفتاح وراء الذاكرة الفوتوغرافية هو قدرة الأدمغة المميزة على التعلم، بل على العكس، ربما يكون عدم القدرة على النسيان. إذا كان هذا صحيحا فربما لن تكون الذاكرة الفوتوغرافية شيئا غامضا بعد هذا كله.

أُجريت الدراسة الحديثة من قبل علماء يعملون على ذباب الفاكهة في معهد بحوث سكريبس في فلوريدا. واكتشفوا طريقة مثيرة يتعلم بها ذباب الفاكهة قد تلغي فكرة شائعة عن كيفية تشكل الذكريات ونسيانها. عُرّض ذباب الفاكهة لروائح مختلفة وأُعطي تعزيزات إيجابية (على شكل طعام) أو تعزيزات سلبية (على شكل صدمات كهربائية).

كان العلماء يعلمون أن الدوبامين المطلق من الأعصاب مهم لتشكيل الذكريات. ولدهشتهم اكتشفوا أن الدوبامين يتحكم في تشكيل الذكريات الجديدة ونسيانها أيضا. في عملية تشكيل ذكريات جديدة نشط متلقي dCA1. على النقيض من ذلك فقد فُعِل النسيان بتنشيط متلقي DAMB.

اعتُقد سابقا أن النسيان ربما يرجع ببساطة إلى تدهور الذكريات مع الزمن، والذي يحدث من تلقاء ذاته. هذه الدراسة الجديدة تُظهر أن النسيان عملية نشطة تتطلب تدخل الدوبامين.

للبرهان على هذه النقطة، أظهرت التجارب أن التدخل بعمل متلقيات

dCA1 وDAMB، يمكنه زيادة قدرة ذباب الفاكهة على التذكر والنسيان أو إنقاصها كما يشاءون. وقد أعاق تشوه في متلقي dCA1 قدرتها على النسيان.

يخمّن الباحثون أن هذا التأثير، في المقابل، قد يكون مسؤولا بدوره جزئيا عن مهارات العارفين. ربما هناك نقص في قدرتهم على النسيان. يقول أحد طلاب الدراسات العليا المشاركين في الدراسة جيكوب بيري «لدى العارفين قدرة عالية على التذكر، لكن ربما لم تكن الذاكرة هي التي تعطيهم هذه القدرة؛ ربما كانت لديهم آلية نسيان سيئة. ربما يكون هذا أيضا هو الإستراتيجية لتطوير أدوية تحفز الإدراك والذاكرة – ماذا عن عقاقير تعيق النسيان كمطورات للإدراك؟»[21].

بافتراض أن تبقى هذه النتائج صحيحة أيضا بالنسبة إلى الإنسان، فيمكنها أن تشجع العلماء على تطوير عقاقير جديدة ومطلقات أعصاب قادرة على تخميد عملية النسيان. لذا قد يستطيع المرء أن يشغّل الذكريات الفوتوغرافية انتقائيا عند الحاجة بتحييد عملية النسيان. بهذه الطريقة لن يكون لدينا التدفق المستمر لمعلومات خارجية لا فائدة منها، والتي تعيق تفكير الناس بمتلازمة العارفين.

المثير هو احتمال أن يتمكن مشروع برين BRAIN، الذي كانت تقوده إدارة الرئيس أوباما، من تمييز الممرات المعينة المشمولة في متلازمة العارف المكتسبة. لاتزال الحقول المغناطيسية عبر الجمجمة بدائية جدا لتحدد حفنة العصبونات التي تتعلق بالممر. لكن استخدام المجسات النانوية، وأحدث تقنيات المسح، ربما يمكن مشروع برين من عزل الممرات العصبونية الدقيقة التي تجعل الذاكرة الفوتوغرافية والمهارات الموسيقية والفنية والحسابية الهائلة ممكنة. ستخصص مليارات الدولارات للبحث في تمييز الممرات العصبية المحددة المشمولة بالمرض العقلي والإصابات الأخرى للدماغ، وقد يكتشف سر مهارات العارفين في أثناء العملية. قد يكون من الممكن عند ذلك أخذ أشخاص عاديين، وصنع عارفين منهم. حدث هذا عدة مرات في الماضي نتيجة حوادث عشوائية. في المستقبل، ربما يصبح هذا عملية طبية دقيقة. الزمن وحده كفيل بمعرفة الحقيقة.

حتى الآن لا تغيّر الطرق التي حللناها طبيعة الجسم أو الدماغ. الأمل هو أن نستطيع من خلال استخدام الحقول المغناطيسية إطلاق الإمكانية الكامنة مسبقا في أدمغتنا. الفلسفة وراء هذه الفكرة هي أننا كلنا عارفون لكننا ننتظر

حدوث ذلك، وأن الأمر يحتاج فقط إلى تعديل طفيف لداراتنا العصبية لإطلاق هذه الموهبة الكامنة.

مع ذلك فالتكتيك الآخر يتعلق بتغيير الدماغ والجينات باستخدام آخر ما توصل إليه العلم في علم الدماغ والجينات أيضا. إحدى الطرق الواعدة هي استخدام الخلايا الجذعية.

خلايا جذعية للدماغ

كان المعتقد على مدى عقود عديدة أن خلايا الدماغ لا تنشط مرة أخرى. بدا أنه من المستحيل أن تصلح خلايا دماغية هرمة تموت، أو أن تنمي خلايا جديدة لتطوير قدراتك، لكن هذا كله تغير في العام 1998. اكتشف في ذلك العام أن الخلايا الجذعية البالغة يمكن أن توجد في الحصين والبصلة الشمية والنواة المذنبة. الخلايا الجذعية باختصار هي «أم الخلايا كلها». يمكن للخلايا الجذعية الجنينية على سبيل المثال أن تتطور إلى خلايا أخرى بسهولة. وعلى الرغم من أن كل خلية من خلايانا تحتوي على المادة الجينية كلها اللازمة لتشكيل إنسان فإن الخلايا الجذعية الجنينية وحدها لها القدرة على التغير، وتشكيل أي خلية من خلايا الجسم.

فقدت الخلايا الجذعية البالغة هذه القدرة الشبيهة بالحرباء، لكنها تظل قادرة على إعادة الإنتاج واستبدال الخلايا الهرمة التي تموت. وفيما يخص تطوير الذاكرة، تركز الاهتمام على الخلايا الجذعية البالغة في الحصين. تبين أن آلاف الخلايا الجديدة في الحصين تولد بشكل طبيعي كل يوم، لكن معظمها يموت مباشرة بعد ذلك. مع ذلك ثبت أن الفئران التي تعلمت مهارات جديدة احتفظت بقدر أكبر من خلاياها الجديدة. يمكن أيضا لمزيج من التمرين والمواد الكيماوية المحسنة للمزاج أن تطور معدل بقاء خلايا الحصين الجديدة. وتبين أن الاكتئاب، على النقيض من ذلك، يسرع من موت العصبونات الجديدة.

في العام 2007 حصل اختراق عندما استطاع علماء في ويسكونسن واليابان أن يأخذوا خلايا جلد بشري عادية، وأن يعيدوا برمجة جيناتها، وتحويلها إلى خلايا جذعية[22]. كان الأمل هو أن نتمكن يوما ما من حقن هذه الخلايا الجذعية الطبيعية أو المحولة جينيا في أدمغة مرضى الألزهايمر لاستبدال الخلايا الميتة. (خلايا الدماغ الجديدة هذه، لأنها لا تمتلك حتى الآن الوصلات المناسبة، لن تتكامل في بنية

الدماغ العصبية. وهذا يعني أن على المرء أن يتعلم من جديد مهارات معينة كي يدخل هذه العصبونات الجديدة الطازجة في بنية دماغه).

بحوث الخلايا الجذعية هي بالطبع من أنشط مجالات البحوث في الدماغ. يقول جوناس فريسن من معهد كارولينسكا: «يمر البحث في الخلايا الجذعية وأدوية إعادة التنشيط بمرحلة مثيرة جدا الآن. نستحوذ على المعرفة بسرعة كبيرة، وتتشكل شركات عديدة بدأت بتجارب على المرضى في مجالات مختلفة»[23].

جينات الذكاء

إضافة إلى الخلايا الجذعية، يشمل مسار آخر من البحث عزل الجينات المسؤولة عن الذكاء البشري. يشير علماء الأحياء إلى أننا نشبه الشمبانزي جينيا بنسبة 98.5 في المائة، ومع ذلك نعيش ضعف عمرها. وقد تضخمت مهاراتنا العقلية خلال الستة ملايين سنة الأخيرة. لذا فمن بين حفنة قليلة من الجينات، لا بد أن هناك جينات مسؤولة عن منحنا العقل البشري. وخلال بضع سنوات سيحصل العلماء على خارطة كاملة لهذه الاختلافات الجينية كلها، وربما سيكتشف سر طول فترة حياة الإنسان وتطوره عقليا ضمن هذه المجموعة الصغيرة. يركز العلماء على عدد قليل من الجينات التي ربما أدت إلى تطور الدماغ البشري[24].

ربما يقع الدليل الذي يظهر سر الذكاء في فهمنا لأسلافنا المشابهين للقردة. ويثير هذا سؤالا آخر: هل يجعل هذا البحث فيلم «كوكب القردة» Planet of the Apes أمرا ممكنا؟

في هذه السلسلة الطويلة من الأفلام تحطم حرب نووية الحضارة الحديثة. ترتد البشرية إلى الحالة البربرية، لكن الإشعاع يسرع بطريقة ما من تطور قردة عليا أخرى، بحيث تصبح الأنواع المسيطرة على الكوكب. ينشئون حضارة متقدمة بينما يرتد البشر إلى متوحشين وسخين بروائح كريهة يتجولون نصف عراة في الغابة. في أفضل الأحوال، يصبح البشر حيوانات في حديقة للحيوانات. تنقلب الطاولة رأسا على عقب على بني البشر، بحيث تتفرج القردة علينا من خارج قضبان أقفاصنا.

في آخر جزء من السلسلة بعنوان «صعود كوكب القردة» يبحث العلماء في علاج لمرض ألزهايمر. في أثناء البحث يعثرون مصادفة على فيروس له نتيجة غير مقصودة،

وهي زيادة ذكاء الشمبانزي. لسوء الحظ، يعامل أحد هذه القردة المطورة بقسوة عندما يوضع في مأوى للقردة العليا. باستخدام ذكائه المطور يتحرر القرد من الأسر، ويعدي حيوانات المختبر الأخرى بالفيروس، وبذلك يزيد من ذكائها، ثم يحررها كلها من أقفاصها. وسرعان ما تنطلق قوافل من قردة ذكية صارخة مسعورة على جسر غولدن غيت متغلبة تماما على الشرطة المحلية وشرطة الولاية. بعد مواجهة مثيرة ومخيفة مع السلطات، ينتهي الفيلم بعثور القردة سلميا على ملجأ لها في غابة ريدوود شمالي الجسر.

هل مثل هذا السيناريو واقعي؟ على المدى القصير لا، لكن لا يمكن استبعاده في المستقبل، لأن العلماء في السنوات القادمة سيتمكنون من تصنيف التغيرات الجينية كلها التي شكلت الإنسان العاقل. لكن يجب حل أسرار عديدة أكثر قبل أن نحصل على القردة الذكية.

أحد العلماء الذين لم يولعوا بالخيال العلمي بل بالجينات التي تجعلنا «بشرا» كانت الدكتورة كاثرين بولارد، وهي خبيرة في حقل كان بالكاد موجودا منذ عقد من السنين يدعى «المعلوماتية الحيوية» bioinformatics. في هذا الحقل من علم الأحياء يستخدم الباحثون، بدلا من تشريح الحيوانات لفهم كيف تتركب الأعضاء بعضها مع بعض، القوة الهائلة للحاسبات لتحليل الجينات في أجسام الحيوانات رياضيا. كانت بولارد في مقدمة الذين عثروا على جينات تحدد المضمون الذي يفصلنا عن القردة. حصلت على فرصتها في العام 2003، بعد تخرجها بدرجة الدكتوراه في جامعة كاليفورنيا - بيركلي.

تتذكر الدكتورة بولارد: «انتهزت الفرصة للانضمام إلى فريق دولي كان يحدد سلسلة قواعد ال دي أن إيه (الدنا) أو «الأحرف»، في جينوم الشمبانزي العادي»[25]. كان هدفها واضحا. كانت تعلم أن خمسة عشر مليونا فقط من الأزواج القاعدية أو «الأحرف» التي تشكل جينومنا (من بين ثلاثة مليارات زوج قاعدي) تفصلنا عن الشمبانزي، أقرب جيراننا جينيا. (يشير كل «حرف» في شفرتنا الجينية إلى حمض نووي، حيث هناك أربعة منها يرمز لها بـ A , T , C وG. لذا يتألف جينومنا من ثلاثة مليارات حرف مرتبة على شكل ATTCCAGGG......).

كتبت: «كنت مصممة على اكتشافها».

يمكن أن يكون لعزل هذه الجينات تأثيرات ضخمة في مستقبلنا. عندما نتمكن من معرفة الجينات التي تؤدي إلى نشوء الإنسان العاقل، يصبح من الممكن تحديد كيفية تطور البشر. ربما يكمن سر الذكاء في هذه الجينات. وربما يكون من الممكن أيضا أن نسرع الطريق الذي يسلكه التطور، وحتى أن نزيد من ذكائنا. لكن حتى خمسة عشر مليونا من الأزواج القاعدية مازالت رقما ضخما لتحليله. كيف يمكنك العثور على حفنة من الإبر الجينية ضمن هذه الكومة الهائلة من الجينات؟

عرفت الدكتورة بولارد أن معظم جينومنا مؤلف من «دنا مهمل» لا يحتوي على جينات، ولم يتأثر عموما بالتطور. هذا الدنا الفائض يتحول ببطء بمعدل معروف (نحو 1 في المائة على مدى أربعة ملايين سنة). وبما أننا نختلف عن الشمبانزي في جيناتنا بنحو 1.5 في المائة، فهذا يعني أننا ربما انفصلنا عن الشمبانزي منذ نحو 6 ملايين سنة. لذا هناك «ساعة جزيئية» في كل خلية من خلايانا. وبما أن التطور يسرع معدل التحول هذا، فإن تحليل أين حصل هذا التسرع يسمح لنا بمعرفة الجينات التي تدفع عملية التطور.

فكرت الدكتورة بولارد أنها لو استطاعت كتابة برنامج حاسوبي يمكنه معرفة موقع معظم هذه التغيرات المتسارعة في جينومنا، فقد تتمكن من عزل الجينات التي أنشأت الإنسان العاقل بدقة. بعد أشهر من العمل الشاق والمعالجة وضعت في النهاية برنامجها في حواسب عملاقة في جامعة كاليفورنيا - سانتا كروز. وانتظرت النتائج بلهفة.

عندما جاءت النتائج المطبوعة من الحاسوب في النهاية، أظهرت ما كانت تبحث عنه: هناك 201 منطقة من جينومنا تظهر تغيرات متسارعة. لكن المنطقة الأولى في قائمتها هي التي أثارت اهتمامها.

تذكرت قائلة «بينما انحنى المشرف الدكتور ديفيد هوسلر فوق كتفي، نظرت إلى أعلى القائمة، كان هناك شريط من 118 قاعدة أصبحت تعرف بمجموعها بمنطقة التسريع البشري»HAR1 [26] .

كانت في غاية السرور. مرحى!

«لقد ربحنا الجائزة»، كتبت بعد ذلك. كان حلما تحول إلى حقيقة.

كانت تحدق في منطقة من جينومنا تحتوي على 118 زوجا قاعديا فقط، لها أكبر انحراف في التغيرات التي تفصلنا عن القردة. من هذه الأزواج القاعدية حدث

18 تحولا فقط منذ أصبحنا بشرا. أظهر اكتشافها المثير أن حفنة صغيرة من التحولات يمكن أن تكون مسؤولة عن انتقائنا من مستنقع ماضينا الجيني.

ثم حاولت مع زملائها أن تكتشف الطبيعة الدقيقة لهذه المجموعة الغامضة التي تدعى HAR1. اكتشفوا أن HAR1 استقرت بشكل كبير عبر ملايين السنين من التطور. انفصلت القردة العليا عن الدجاج منذ نحو 300 مليون سنة، ومع ذلك يختلف زوجان قاعديان فقط بين الشمبانزي والدجاج. لذا لم يتغير HAR1 تقريبا لعدة مئات الملايين من السنين، إذ حصل تغيران فقط في الحرفين G وC. مع ذلك، خلال ستة ملايين عام تحولت HAR1 ثماني عشرة مرة، مما يمثل تسارعا هائلا في تطورنا.

لكن الأكثر أهمية هو الدور الذي مارسته HAR1 في التحكم بالوضع العام للقشرة الدماغية، والمشهورة بمظهرها المجعد. يسبب عطب في منطقة HAR1 اضطرابا يدعى «lissencephaly» أو «الدماغ الأملس» مسببا انطواء القشرة بشكل غير صحيح. (ترتبط العيوب في هذه المنطقة أيضا بمرض الفصام). إضافة إلى الحجم الكبير لقشرتنا الدماغية فإن إحدى خصائصها الرئيسة تكمن في تجعدها والتفافها الكبيرين، مما يزيد كثيرا من مساحتها السطحية، وبالتالي من قدرتها الحاسوبية. أظهر عمل الدكتورة بولارد أن تغيير ثمانية عشر حرفا فقط في جينومنا كان مسؤولا بشكل جزئي عن أحد أهم التغيرات الجينية الكبيرة المحددة في التاريخ البشري، مما زاد كثيرا من ذكائنا. (تذكر أن دماغ كارل فريدريتش غاوس أحد أعظم الرياضيين في التاريخ حفظ بعد وفاته، وأظهر تجعدا غير عادي).

مضت قائمة الدكتورة بولارد إلى أبعد من ذلك وميزت عدة مئات من المناطق الأخرى التي أظهرت أيضا تغيرات متسارعة بعضها كان معروفا مسبقا. المنطقة FOX2، على سبيل المثال، ضرورية لتطور الكلام، وهو خاصة رئيسة أخرى تميز البشر. (يجد الأفراد بعطب في المنطقة FOX2 صعوبة في صنع حركات الوجه الضرورية للكلام). تعطي منطقة أخرى تدعى HAR2 أصابعنا المرونة اللازمة للتعامل مع أدوات دقيقة.

أكثر من ذلك، بما أن جينوم النياندرثال (الإنسان البدائي) قد سلسل، فمن الممكن مقارنة تكويننا الجيني مع صنف أقرب إلينا من الشمبانزي. (عند تحليل جين FOX2 في إنسان النياندرثال، وجد العلماء أننا نشاطرهم الجين نفسه. وهذا يعني أن هناك احتمالا بقدرة النياندرثال على الكلام، وصنع الخطاب كما نفعل نحن).

هناك جين ضروري آخر يدعى ASPM والذي يعتقد أنه مسؤول عن النمو السريع جدا لقدرتنا العقلية. يعتقد بعض العلماء أن هذا الجين وجينات أخرى قد تظهر لماذا أصبح البشر أذكياء ولم تصبح القردة كذلك. (يعاني الناس بنسخة مشوهة من جين ASPM غالبا مرض صغر الرأس (الصَعَل) وهو نوع شديد من التخلف العقلي، لأنهم يمتلكون جمجمة صغيرة بحجم جمجمة أحد أسلافنا الأسترالوبيثيكوس تقريبا).

تقفى العلماء عدد التحولات ضمن جين ASPM ووجدوا أنه تحول نحو خمس عشرة مرة خلال الخمسة إلى الستة ملايين سنة الأخيرة منذ انفصالنا عن الشمبانزي. يبدو أن التحولات الأحدث في هذه الجينات تتعلق بعلامات فارقة في مسيرة تطورنا. على سبيل المثال، حدث أحد التحولات منذ أكثر من مائة ألف عام عندما خرج الإنسان الحديث من أفريقيا، بشكل لا يختلف في المظهر عنا. وحدث آخر تحول منذ 5800 سنة، مما يتزامن مع إدخال اللغة المكتوبة والزراعة(*) .

ولأن هذه التحولات تتطابق مع فترات النمو السريع في الذكاء، فمن المغري التخمين بأن ASPM هو واحد بين حفنة من الجينات المسؤولة عن ذكائنا المتزايد. إذا كان هذا صحيحا فربما نستطيع تحديد فيما إذا كانت هذه الجينات مازالت نشطة اليوم، وفيما إذا كانت ستستمر في تحديد مسار التطور البشري في المستقبل. هذه البحوث كلها تثير السؤال: هل يمكن للتحكم في حفنة من الجينات أن يزيد من ذكائنا؟ ممكن تماما.

يقرر العلماء بسرعة الآلية الدقيقة التي تتسبب فيها هذه الجينات في نشوء الذكاء. بصورة خاصة، يمكن لمناطق جينية وجينات مثل HAR1 وASPM أن تساعد في حل سر يتعلق بالدماغ. لو كان هناك تقريبا ثلاثة وعشرون ألف جين في جينومك، كيف يمكن لها إذن أن تتحكم في الوصلات التي تصل بين مائة مليار عصبون، تحتوي على ما مجموعه كوادرليون وصلة (واحد مع خمسة عشر صفرا أمامه)؟ يبدو ذلك أمرا مستحيلا رياضيا. الجينوم البشري أصغر بنحو تريليون مرة ليرمّز صلاتنا العصبونية كلها. لذا يبدو أن وجودنا نفسه استحالة رياضية.

(*) أعتقد أن الكاتب أخطأ هنا فالكتابة ظهرت منذ 5800 سنة، أما الزراعة فظهرت منذ نحو 11000 سنة. [المترجم].

الجواب ربما هو أن الطبيعة تتخذ عدة طرق مختصرة في تشكيل الدماغ. أولا، العديد من العصبونات متصلة عشوائيا، بحيث إن مخططا تفصيليا ليس ضروريا، مما يعني أن هذه المناطق المتصلة عشوائيا تنظم نفسها بعد ولادة الطفل، وتبدأ بالتفاعل مع البيئة.

وثانيا، تستخدم الطبيعة أيضا نماذج تكرر نفسها مرة بعد أخرى. فلا تكاد الطبيعة تبدأ باكتشاف شيء مفيد حتى تقوم غالبا بتكراره. ربما يفسر هذا لماذا كانت تحولات حفنة من الجينات فقط مسؤولة عن معظم نمونا المعجز في الذكاء خلال الستة ملايين سنة الأخيرة.

لذا فالحجم مهم في هذه الحالة. لو عدلنا ASPM وعدة جينات أخرى فلربما يصبح الدماغ أضخم وأكثر تعقيدا، وبالتالي يصبح من الممكن زيادة ذكائنا. (زيادة حجم دماغنا ليست كافية للقيام بهذا لأن طريقة تنظيم الدماغ مهمة جدا أيضا. لكن زيادة المادة الرمادية في دماغنا شرط ضروري مسبق لزيادة ذكائنا).

قردة وجينات وعباقرة

تركز بحث الدكتورة بولارد على مناطق في جينومنا نشترك فيها مع الشمبانزي لكنها خامدة. من الممكن أيضا أن تكون هناك مناطق في جينومنا موجودة في البشر فقط، ومستقلة عن القردة. اكتشف مثل هذا الجين أخيرا، في نوفمبر 2012 [27]. عزل علماء يقودهم فريق في جامعة إدنبرة الجين RIM-941، وهو الجين الوحيد الذي وجد في الإنسان العاقل حصرا، وليس في القردة العليا الأخرى. وأيضا يستطيع العلماء البرهان على أن هذا الجين ظهر منذ مليون إلى ستة ملايين سنة (الوقت الذي انفصل فيه البشر عن الشمبانزي منذ نحو ستة ملايين سنة).

لسوء الحظ أطلق هذا الاكتشاف أيضا عاصفة ضخمة في الصحف والمدونات العلمية مع بروز عناوين مضللة. ظهرت مقالات باهرة تدَّعي أن العلماء اكتشفوا جينا واحدا يمكنه، من حيث المبدأ، أن يجعل الشمبانزي ذكيا. صرخت العناوين الرئيسة بأن فحوى «الإنسانية» قد عزل أخيرا على المستوى الجيني.

سرعان ما تدخَّل علماء مشهورون وحاولوا تهدئة الأمور. من المحتمل أن سلسلة من الجينات التي تعمل بعضها مع بعض بطرق معقدة هي المسؤولة عن الذكاء

البشري. ولا يمكن لجين واحد أن يجعل الشمبانزي فجأة بذكاء الإنسان، كما قالوا.

على الرغم من المبالغة في هذه العناوين العريضة فإنها أثارت السؤال الجاد: ما مدى واقعية كوكب القردة؟

هناك سلسلة من التعقيدات. إذا عدلت جينات HAR1 وASPM بحيث يتوسع حجم دماغ الشمبانزي وبنيته فجأة، فيجب تعديل جينات أخرى أيضا. أولا عليك أن تقوّي عضلات رقبة الشمبانزي، وزيادة حجم جسده لدعم الرأس الأكبر. لكن الدماغ الأكبر سيكون بلا فائدة ما لم تستطع التحكم في أصابع قادرة على استغلال الأدوات. لذا يجب تغيير جين HAR2 لزيادة مرونتها. لكن بما أن الشمبانزي تمشي غالبا على يديها، فيجب تغيير جين آخر بحيث يستقيم العمود الفقري، وبحيث يحرَّر الوضع المنتصب اليدين. الذكاء أيضا بلا فائدة ما لم تستطع الشمبانزي التواصل مع أعضاء آخرين من الصنف نفسه. لذا يجب تغيير الجين FOX2 أيضا بحيث يصبح الكلام المشابه لكلام البشر ممكنا. وأخيرا، لو أردت أن تخلق صنفا من القردة الذكية، عليك أن تعدِّل قناة الولادة، بما أنها ليست واسعة بما يكفي للتعامل مع جمجمة أضخم. يمكنك إما إجراء عملية قيصرية لقطع الحبل السري خارج الجسم، أو أن تغيِّر جينيا قناة الولادة للشمبانزي لتتسع للدماغ الأكبر.

بعد هذه التعديلات الجينية الضرورية كلها، سنكون مع مخلوق يبدو مثلنا إلى حد بعيد. بكلمات أخرى، ربما كان من الممكن تشريحيا خلق قردة ذكية كما في الأفلام ولكن من دون أن تتحول أيضا إلى شيء يشبه كثيرا البشر.

إذن من الواضح أن خلق قردة ذكية ليس مسألة سهلة. فالقردة الذكية التي نراها في أفلام هوليوود هي في الحقيقة هياكل قردة ببشر داخلها، أو هي صور مصنوعة حاسوبيا، بحيث تهمل هذه القضايا كلها بشكل ملائم. لكن لو استطاع العلماء بجد استخدام المعالجة الجينية لخلق قردة ذكية، فلربما تكون مماثلة لنا بيدين يمكنهما استخدام الأدوات، وبكلمات ملفوظة يمكنها صنع الكلام، وبأعمدة فقرية يمكنها دعم الوضع المنتصب، وبعضلات رقبية ضخمة لدعم رؤوس أكبر كما هي لدينا.

يثير هذا كله قضايا أخلاقية أيضا. وعلى الرغم من أن المجتمع قد يسمح بدراسات جينية للقردة، غير أنه قد لا يتحمل اللعب بمخلوقات ذكية يمكنها أن

تحس بالألم والكآبة. هذه المخلوقات، بعد كل شيء، ستكون ذكية وفصيحة بما يكفي لتشتكي حول وضعها ومصيرها، وسيسمع صوتها في المجتمع.

ليس من المستغرب أن يكون هذا المجال من الأخلاق الحيوية جديدا جدا بحيث إنه لم يختبر تماما. ليست التقنية جاهزة حتى الآن، لكن مع تمييزنا للجينات التي تفصلنا عن القردة ولوظائفها في العقود المقبلة، فسيصبح التعامل مع هذه الحيوانات المطورة موضوعا رئيسيا.

يمكننا رؤية أنها مسألة وقت فقط قبل أن تسلسل الاختلافات الجينية الضئيلة كلها التي تفصلنا عن الشمبانزي بعناية وتحلل وتفسر. لكن مايزال هذا لا يفسر سؤالا أعمق: ما القوى التطورية التي أعطتنا هذا الإرث الجيني بعد انفصالنا عن القردة؟ لماذا تطورت جينات لدينا مثل ASPM وHAR1 وFOX2 في المقام الأول؟ بكلمات أخرى، يقدِّم علم الجينات لنا القدرة على فهم كيف أصبحنا أذكياء، لكنه لا يفسِّر لماذا حدث ذلك.

لو استطعنا فهم هذه القضية، فلربما تقدم أدلة على كيف يمكننا التطور في المستقبل. يأخذنا هذا إلى لب الجدل القائم: ما أصل الذكاء؟

أصل الذكاء

اقتُرحت نظريات عدة لتفسير سبب تطوير البشر لذكاء أكبر تعود حتى إلى تشارلز داروين[28].

وفق إحدى النظريات، ربما حدث تطور الدماغ البشري على مراحل، حيث بدأت المرحلة الأولى بالتغير المناخي في أفريقيا. مع ابتراد الطقس بدأت الغابات في الانحسار، مما أجبر أسلافنا على العيش في سهول مفتوحة وفي السهول العشبية حيث كانوا معرضين لوحوش مفترسة وعوامل مناخية. وللبقاء في هذه البيئة الجديدة المعادية، اضطروا إلى الصيد والمشي بقامة منتصبة حررت أيديهم وإبهاماتهم التي تستخدم الأدوات. يقدم هذا بدوره ميزة لدماغ أكبر لتنسيق عملية صنع الأدوات. وفق هذه النظرية، لم يصنع الإنسان القديم ببساطةٍ أدوات – بل «الأدوات هي التي صنعت الإنسان».

لم يعمد أسلافنا إلى التقاط أدوات فجأة والتحول إلى أذكياء. كان العكس هو الصحيح. استطاع أولئك البشر الذين التقطوا أدوات أن يبقوا على قيد الحياة في المناطق

العشبية، بينما انقرض أولئك الذين لم يستطيعوا ذلك تدريجيا. لذا فالبشر الذين بقوا على قيد الحياة وازدهروا في المناطق العشبية كانوا أولئك الذين أصبحوا خلال التحولات الجينية أكفَاء بازدياد في صناعة الأدوات والتي تطلبت دماغا أكبر بازدياد.

تركِّز نظرية أخرى على طبيعتنا الاجتماعية. يمكن للبشر أن ينسِّقوا بسهولة تصرفات أكثر من مائة شخص آخر يعملون بالصيد أو الزراعة أو الاقتتال أو البناء، وهي مجموعات أكبر بكثير من تلك الموجودة لدى القردة العليا. أعطى هذا البشر ميزة على بقية الحيوانات. يتطلب الأمر دماغا أكبر، وفق هذه النظرية، للتمكن من تقويم تصرفات أفراد كثيرين والتحكم فيها (الجانب الآخر من هذه النظرية هو أن الأمر يتطلب دماغا أكبر كي تخطط وترسم وتخدع وتتحكم في كائنات ذكية أخرى في قبيلتك. ويمتلك الأفراد الذين يستطيعون فهم الآخرين ودوافعهم ثم يستغلونها ميزة على الآخرين الذين لا يستطيعون ذلك. هذه هي النظرية المكيافيلية في الذكاء).

تحاجج نظرية أخرى بأن تطور اللغة الذي جاء لاحقا ساعد في تسريع صعود الذكاء. مع اللغة يأتي التفكير المجرد، والقدرة على التخطيط وتنظيم المجتمع وصنع الخرائط... إلخ. يمتلك البشر قاموسا ضخما لا يماثله أي حيوان آخر بكلمات تعد بعشرات الآلاف للشخص العادي. وباللغة يستطيع البشر التنسيق وتركيز الأنشطة لعدد من الأفراد والتحكم أيضا في الأفكار والمبادئ المجردة. عنت اللغة أن بإمكانك إدارة فرق من الناس أثناء الصيد، وهذه ميزة كبيرة عندما تطارد ماموثا يغطِّيه الصوف. عنى هذا أن بإمكانك أن تخبر آخرين أين يتوافر الصيد أو أين يكمن الخطر.

مع ذلك، فالنظرية الأخرى هي «الانتقاء الجنسي»، وهي الفكرة بأن الإناث تفضل التزاوج مع الذكور الأذكياء. في مملكة الحيوان، كمجموعة من الذئاب مثلا، يضم الذكر المتفوِّق المجموعة بعضها مع بعض بقوته الوحشية. ويقاوم أي تحدٍّ له بشكل قوي بالأسنان والأظافر. لكن منذ ملايين السنين، ومع تطور البشر تدريجيا في الذكاء، لم تستطع القوة وحدها أن تحفظ القبيلة بعضها مع بعض. يستطيع أي شخص بالمكر والذكاء أن يكمن ويكذب ويغش أو يشكل أحزابا ضمن القبيلة للإيقاع بالذكر المهيمن. بالتالي لن يكون الجيل الجديد من الذكور المهيمنين بالضرورة هم الأقوى بدنيا. مع الوقت سيصبح الزعيم هو الأذكى والأكثر خداعا. ربما كان هذا هو السبب

وراء اختيار الإناث للذكور الأذكياء (ليس بالضرورة أذكياء بالمعنى الشائع، لكنهم أذكياء بالمعنى العملي). سرَّع الانتقاء الجنسي بدوره تطورنا لنصبح أذكياء. لذا في هذه الحالة كانت الإناث اللاتي اخترن ذكورا يخططون ويتزعمون قبيلتهم ويتفوقون على ذكور آخرين - وهذه تتطلب أدمغة أكبر - هن المحرك وراء توسع أدمغتنا.

هذا مجرد عدد قليل من النظريات حول أصل الذكاء، ولكل نظرية منها مؤيدوها ومعارضوها. يبدو أن الموضوع المشترك هو القدرة على تمثيل المستقبل. على سبيل المثال، فإن هدف الزعيم هو اختيار المسار الصحيح لقبيلته في المستقبل. هذا يعني أن على أي زعيم أن يفهم نوايا الآخرين من أجل أن يخطط الإستراتيجية للمستقبل. بالتالي فتمثيل المستقبل ربما كان إحدى القوى الدافعة وراء تطور دماغنا الكبير وذكائنا. والشخص الذي يمكنه تمثيل المستقبل بشكل أفضل هو الذي يمكنه التخطيط والتصميم وقراءة أفكار العديد من أفراد قبيلته، وكسب سباق التسلح مع منافسيه.

بالمثل تسمح اللغة لك بتمثيل المستقبل. تمتلك الحيوانات لغة أولية، لكنها بشكل رئيس في صيغة الحاضر. ربما تحذرها لغتها من تهديد وشيك، كوجود حيوان مفترس مختبئ بين الأشجار. لكن من الواضح أن لغة الحيوان ليس فيها فعل ماض أو فعل مستقبلي. لا تصرِّف الحيوانات أفعالها. لذا ربما كانت القدرة على التعبير بصيغة الماضي والمستقبل اختراقا رئيسا في عملية تطور الذكاء.

يكتب الدكتور دانيل غيلبرت، وهو عالم نفس من جامعة هارفارد، «لمئات ملايين السنين القليلة الأولى بعد ظهورها الأولي على كوكبنا، علقت أدمغتنا في الحاضر المستمر، ومازال معظم الأدمغة يعمل كذلك اليوم. لكن ليس دماغك أو دماغي، لأن أسلافنا منذ مليونين أو ثلاثة ملايين سنة بدأوا بهروب كبير من هنا والآن...»[29].

مستقبل التطور

حتى الآن رأينا أن هناك نتائج مثيرة تشير إلى أن في استطاعة المرء زيادة ذاكرته وذكائه، بصورة كبيرة بجعل الدماغ أكثر كفاءة وبتعظيم قدراته الطبيعية. تُدرس طرق مختلفة مثل عقاقير معينة وجينات وأجهزة (TES على سبيل المثال)، قد تزيد قدرات العصبونات.

لذا ففكرة تغيير حجم دماغ القردة وقدرتها هي إمكانية مميزة، على رغم أنها صعبة. مازالت المعالجة الجينية على هذا المقياس بعيدة على مدار عقود. لكن هذا يثير سؤالا صعبا آخر: إلى أي مدى يمكن لهذا أن يمضي؟ هل يستطيع المرء مدَّ الذكاء لعضو بلا حدود؟ أم هل هناك حدود لتعديل الدماغ تفرضها قوانين الفيزياء؟

من المفاجئ أن الجواب هو «نعم». تضع قوانين الفيزياء حدا أعلى لما يمكن فعله بتعديل جينات الدماغ البشري، بوجود قيود معينة. ولرؤية هذا الحد من المفيد أن نفحص أولا ما إذا كان التطور لايزال يزيد من ذكاء الإنسان، ثم ما الذي يمكن فعله لتسريع هذه العملية الطبيعية.

في الثقافة الجماهيرية هناك فكرة بأن التطور يعطينا أدمغة كبيرة، وأجساما صغيرة من دون شعر في المستقبل. وبالمثل، فالغرباء من الفضاء الخارجي، لأنه من المفترض أنهم يمتلكون مستوى أعلى من الذكاء، يصورون غالبا بهذه الطريقة. اذهب إلى أي حانوت لبيع الأشياء الطريفة وسترى الوجه من الكواكب الأخرى نفسه بعينين كبيرتين جاحظتين ورأس ضخم وجلد أخضر.

الحقيقة أن هناك إشارات إلى أن مجمل التطور البشري (أي شكل جسمنا الأساسي وذكائنا) قد توقف إلى حد كبير. هناك عدد من العوامل التي تؤيد هذا. أولا بما أننا ثدييات على قدمين فنحن نمشي منتصبين، فهناك قيود على الحجم الأعظمي لجمجمة الطفل التي يمكنها أن تمر من خلال قناة الولادة. ثانيا، أزاح صعود التقنية الحديثة العديد من الضغوط البيئية التطورية التي واجهها أسلافنا.

مع ذلك يستمر التطور على المستوى الجيني والجزيئي من دون توقف. وعلى الرغم من صعوبة رؤيته بالعين المجردة، هناك دليل على أن الكيمياء الحيوية للإنسان قد تغيرت لتتلاءم مع التحديات البيئية، مثل مكافحة الملاريا في المناطق الاستوائية. وأيضا فقد طور البشر حديثا إنزيمات لهضم سكر اللاكتوز مع تعلمنا تدجين الأبقار وشرب الحليب. حدثت تحولات جينية مع تأقلم البشر على غذاء نشأ من الثورة الزراعية. وأكثر من ذلك، مازال الناس يختارون التزاوج مع آخرين بصحة جيدة، وبالتالي يستمر التطور في التخلص من جينات غير مناسبة على هذا المستوى. لكن لم تغيِّر أي من هذه التحولات شكل جسمنا الأساسي أو تزيد من حجم دماغنا

(تؤثر التقنية الحديثة أيضا في تطورنا إلى حد ما. على سبيل المثال، لم يعد هناك ضغط انتقائي للأشخاص بقرب النظر بما أنه يمكن لأي شخص الآن أن يرتدي نظارات أو عدسات لاصقة).

فيزياء الدماغ

لذا من وجهة نظر تطورية أو بيولوجية، لم يعد التطور ينتقي الناس الأذكياء، على الأقل ليس بالسرعة التي كان يقوم بها منذ آلاف السنين.

هناك أيضا إشارات من قوانين الفيزياء إلى أننا قد وصلنا إلى الحد الطبيعي الأعظمي للذكاء، بحيث إن أي تطوير لذكائنا لا بد أن يأتي من وسائل خارجية. يستنتج العلماء الذين درسوا علم أعصاب الدماغ أن هناك مقايضات تمنعنا من أن نكون أذكى بكثير مما نحن عليه الآن. وفي كل مرة نتخيل فيها دماغا أكبر أو أكثف أو أكثر تعقيدا نصطدم بهذه المقايضة السلبية.

المبدأ الأول في الفيزياء الذي يمكننا تطبيقه على الدماغ هو الحفاظ على المادة والطاقة، أي القانون الذي ينص على أن الكمية الكلية للمادة والطاقة في نظام ما تبقى ثابتة. بشكل خاص، كي يقوم الدماغ بإنجازاته المذهلة في التمارين العقلية الرياضية عليه أن يحافظ على الطاقة، وبالتالي فهو يقوم باختصارات كثيرة. وكما رأينا في الفصل الأول، ما نراه بأعيننا هو في الحقيقة مركب باستخدام خدع تحفظ الطاقة. يتطلب الأمر الكثير جدا من الطاقة والتحليل المنطقي لكل أزمة، لذا يحافظ الدماغ على الطاقة باتخاذ أحكام سريعة على شكل عواطف. والنسيان طريقة أخرى بديلة للحفاظ على الطاقة. لدى الدماغ الواعي صلة بجزء ضئيل فقط من الذكريات التي تؤثر في الدماغ.

لذا فالسؤال هو على الشكل التالي: هل ستعطينا زيادة حجم الدماغ، أو زيادة كثافة الأعصاب، ذكاء أكبر؟

غالبا، لا. «تعمل عصبونات المادة الرمادية في القشرة بمحاور قريبة جدا من الحد الفيزيائي النهائي»[30] يقول الدكتور سيمون لوفلين من جامعة كامبريدج. هناك عدة طرق يستطيع المرء من خلالها زيادة ذكاء الدماغ باستخدام قوانين الفيزياء، لكن لكل منها مشاكله الخاصة به:

- يمكن للمرء أن يزيد حجم الدماغ، ويمد طول العصبونات. المشكلة هنا هي أن الدماغ سيستهلك طاقة أكبر. يولّد هذا حرارة أكثر في العملية، مما يؤثر سلبا في بقائنا. إذا استخدم الدماغ طاقة أكبر، فسيصبح أسخن وستتخرب أنسجة الجسم نتيجة درجة الحرارة العالية (تتطلب التفاعلات الكيميائية لجسم الإنسان وعمليات الاستقلاب درجات حرارة ضمن مجال محدد بدقة). أيضا فإن الأعصاب الطويلة تعني أن الوقت سيكون أطول لمرور الإشارات عبر الدماغ، مما يبطِّئ من عملية التفكير.

- يمكن للمرء أن يحزم كمية أكبر من الأعصاب في المساحة نفسها بجعلها أنحف. لكن لو أصبحت الأعصاب أنحف فأنحف فإن التفاعلات الكيميائية/ الكهربائية المعقدة التي يجب أن تتم داخل المحاور ستفشل، وفي النهاية سوف تختل بسهولة. يقول دوغلاس فوكس في مقاله في مجلة «ساينتيفيك أمريكان» «يمكنك أن تدعوها أم القيود كلها: البروتينات التي تستخدمها العصبونات لتوليد النبضات الكهربائية، والتي تدعى قنوات أيونية، هي غير مستقرة أصلا»[(31)].
- يمكن للمرء أن يزيد من سرعة الإشارة بجعل العصبونات أثخن. لكن هذا يزيد أيضا استهلاك الطاقة ويولد حرارة أكبر. وهي تزيد أيضا حجم الدماغ وتزيد الوقت اللازم للإشارات كي تصل إلى هدفها.
- يمكن للمرء أن يضيف وصلات بين العصبونات. لكن هذا مرة أخرى يزيد من استهلاك الطاقة وتوليد الحرارة مما يجعل الدماغ أكبر وأبطأ في هذه العملية.

لذا، ففي كل مرة نلعب فيها بالدماغ، نصطدم بالمشاكل. يبدو أن قوانين الفيزياء تشير إلى أننا وصلنا إلى قمة ذكائنا. ولأننا لن نستطيع فجأة زيادة حجم جماجمنا، أو طبيعة العصبونات نفسها في أدمغتنا، فيبدو أننا عند المستوى الأعلى المحتمل لذكائنا. لو أردنا زيادة ذكائنا فيجب أن نجعل أدمغتنا أكثر كفاءة (عبر العقاقير والجينات، وربما آلات من نوع TES).

أفكار متباعدة

باختصار، ربما يمكن في العقود المقبلة استخدام مزيج من المعالجة الجينية والعقاقير والآلات المغناطيسية لزيادة ذكائنا. وهناك عدة طرق من الاستكشاف تظهر أسرار الذكاء وكيف يمكن تعديله أو تحسينه. لكن ما الذي يفيد منه المجتمع،

إذا استطعنا تحسين ذكائنا والحصول على «تطور عقلي»؟ فكر علماء الأخلاق بجدية في هذا السؤال، بما أن العلوم الأساسية تنمو بسرعة كبيرة جدا. يتمثل التخوف الأكبر في انقسام المجتمع، بحيث يتاح للأغنياء والأقوياء فقط فرص الوصول إلى هذه التقنية، واستخدامها لتقوية مراكزهم المميزة بشكل أكبر. بينما لن يحصل الفقراء على فرصة الوصول إلى قوة عقلية إضافية، مما يجعل من الصعب عليهم الارتقاء في السلم الاجتماعي.

هذا بالتأكيد قلق مبرر، لكنه يعارض تاريخ التكنولوجيا. كان العديد من التقنيات في الماضي بالفعل مسرحا للأغنياء والأقوياء، لكن في النهاية عمِل الإنتاج بالجملة والتنافس والنقل الأفضل والتحسينات في التقنية على تخفيض الكُلف، بحيث استطاع الشخص العادي الاستفادة منها (على سبيل المثال، اعتدنا اليوم تناول أطعمة فطور لم يكن باستطاعة ملك إنجلترا الحصول عليها قبل قرن من الزمان. جعلت التقنية من الممكن شراء أطعمة شهية من كل أنحاء العالم في أي مجمَّع ضخم كانت مثار حسد الأرستقراطيين في الحقبة الفيكتورية). لذا، لو أصبح من الممكن زيادة ذكائنا، فإن تكلفة هذه التقنية ستنخفض تدريجيا. لم تكن التقنية الجديدة على الإطلاق حكرا على الطبقة الغنية. فعاجلا أو آجلا سيخفِّض الابتكار والعمل الجاد وقوى السوق البسيطة تكلفتها.

هناك أيضا الخوف من أن ينقسم الجنس البشري إلى أولئك الذين يريدون تطوير ذكائهم وأولئك الذين يفضِّلون البقاء كما هم، مما يؤدي إلى مشكلة الحصول على طبقة من الحكماء المتفوقين في الذكاء فوق جماهير من الأقل موهبة.

لكن مرة أخرى، ربما بولغ في الخوف من الذكاء الفائق. لا يهتم الشخص العادي على الإطلاق بقدرته على حل المعادلات المعقدة لثقب أسود. لا يرى الشخص العادي أي ميزة بإتقان رياضيات ذات أبعاد فلكية، أو بفيزياء نظرية الكم. على العكس من ذلك، ربما يجد الشخص العادي مثل هذه الأنشطة مملة وبلا فائدة. لذا فمعظمنا لن يصبح عبقريا رياضيا لو أعطي هذه الفرصة، لأنها ليست من طبيعتنا، ولا نرى فائدة من ورائها.

تذكر أن لدى المجتمع مسبقا رياضيين متميزين وفيزيائيين، تدفع لهم رواتب أقل بكثير من رجال الأعمال العاديين، ويمتلكون سلطة أقل بكثير من السياسيين

العاديين. أن تكون فائق الذكاء لا يضمن لك النجاح في الحياة. في الحقيقة، ربما يعيقك الذكاء الفائق في الحلقات الأدنى من مجتمع يقدر الرياضيين ونجوم السينما والكوميديين ومضيفي التلفاز بشكل أكبر.

لم يصبح أي إنسان ثريا باختراع النسبية.

أيضا يعتمد الكثير على الصفات المحددة التي نرغب في تطويرها. هناك أشكال أخرى من الذكاء إضافة إلى استخدام الرياضيات (يحاجج البعض بأن الذكاء يجب أن يشمل عبقرية فنية أيضا. في هذه الحالة يمكن للمرء أن يستخدم موهبته لتأمين حياة رغيدة).

ربما يرغب آباء طلاب المدارس الثانوية القلقون في أن يرفعوا نسبة ذكاء IQ أطفالهم وهم يحضّرون للامتحانات المعيارية. لكن الـ IQ كما رأينا لا يرتبط بالضرورة بالنجاح في الحياة. وبالمثل، ربما يريد الناس زيادة قدرة ذاكراتهم، لكن كما رأينا مع العارفين، ربما يكون الحصول على ذاكرة فوتوغرافية نعمة، وربما يكون نقمة. وفي كلتا الحالتين، من غير المحتمل أن يساهم التطور في نشوء مجتمع منقسم إلى قسمين.

لكن المجتمع ككل ربما يستفيد من هذه التقنية. سيكون العمال بذكاء مطور أفضل استعدادا لمواجهة سوق العمل المتغير باستمرار. وستكون إعادة تدريب العمال للوظائف في المستقبل أقل تكلفة على المجتمع. وأكثر من ذلك، سيتمكن الجمهور من اتخاذ قرارات ذكية حول قضايا تقنية رئيسة (على سبيل المثال، تغير المناخ والطاقة النووية واستكشاف الفضاء)، لأنهم سيفهمون هذه القضايا المعقدة بشكل أفضل.

وأيضا، ربما تساعد هذه التقنية على تحقيق توازن في حقل التنافس. فالأطفال الذين يذهبون اليوم إلى مدارس خاصة حصريا ولديهم مدرسون شخصيون هم أفضل استعدادا لسوق العمل لأن لديهم فرصا أكثر لإتقان مواد صعبة. لكن لو زاد كل شخص من ذكائه، فإن خطوط الصدع ضمن المجتمع ستصبح أقل. عندها سيتعلق تقدم المرء في الحياة بدوافعه، وطموحه وخياله واجتهاده، أكثر من مجرد ولادته بملعقة من فضة في فمه.

إضافة إلى ذلك، ربما تساعد زيادة ذكائنا في تسريع الابتكار التقني. سيعني الذكاء المطور قدرة أكبر على تمثيل المستقبل، وسيكون لهذا قيمة كبيرة في صنع اكتشافات

علمية. غالبا ما يتوقف العلم في حقول معينة للافتقار إلى أفكار جديدة لتحريض مسارات جديدة في البحث. وستزيد القدرة على تمثيل أوضاع مستقبلية مختلفة ممكنة بشكل كبير من سرعة الاختراقات العلمية.

يمكن لهذه الاكتشافات العلمية بدورها أن تولد صناعات جديدة، مما يزيد من غنى المجتمع بأكمله، خالقة أسواقا جديدة ووظائف جديدة وفرصا جديدة. يحفل التاريخ باختراقات تقنية خلقت صناعات جديدة بالكامل لم تُفد القلة فقط بل المجتمع بأكمله (فكِّر في الترانزستور والليزر اللذين يشكلان اليوم أساس الاقتصاد العالمي).

مع ذلك، يوجد في قصص الخيال العلمي الموضوع المكرَّر حول المجرم الفائق، والذي يستخدم قدراته العقلية الفائقة لارتكاب عدد من الجرائم، والتغلب على البطل الفائق. لكل رجل فائق ما يقابله، لكن سوبرمان ليكس لوثر، ولكل رجل عنكبوت غرين غوبلن. على الرغم من أنه من الممكن بالتأكيد أن يستخدم مجرمٌ الذكاء لخلق أسلحة متفوقة، والتخطيط لجريمة العصر، فإن من الممكن أيضا لأعضاء قوات الشرطة أن يطوروا ذكاءهم للتفوق على العقل الشرير المتفوق. لذا فالمجرمون المتفوقون خطرون فقط لو كانوا الوحيدين الذين يمتلكون الذكاء المطوَّر.

تفحصنا حتى الآن إمكاناتنا لتطوير قدراتنا العقلية أو تغييرها عبر التخاطر والتحريك العقلي وتحميل الذكريات أو تطوير الدماغ. مثل هذه التطويرات تعني تعديل القدرات العقلية لوعينا أو زيادتها. يفترض هذا ضمنا أن وعينا العادي هو الوحيد، لكنني أود أن أستكشف ما إذا كانت هناك أشكال مختلفة من الوعي. لو أن الأمر كذلك، ربما سيكون هناك طرق أخرى للتفكير تؤدي إلى نواتج وعواقب مختلفة تماما. ضمن أفكارنا هناك حالات مختلفة من الوعي، مثل الأحلام والتنويم المحرض بالمخدرات والمرض العقلي. هناك أيضا وعي لا إنساني، مثل وعي «الإنساليات» Robots وحتى وعي الغرباء من الفضاء الخارجي. علينا أن نتخلى عن فكرتنا العنصرية الشوفينية بأن الوعي البشري هو الوعي الوحيد. هناك أكثر من طريقة لصنع نموذج عن عالمنا، وأكثر من طريقة لتمثيل المستقبل.

الأحلام، على سبيل المثال، هي واحدة من أقدم أشكال الوعي، وقد درسها القدماء، ومع ذلك لم يتحقق سوى تقدم بسيط جدا في فهمها حتى وقت قريب. قد

لا تكون الأحلام مجرد حوادث سخيفة عشوائية جمعت بعضها مع بعض من العقل النائم، بل ظاهرة يمكن أن تعطي رؤية حول معنى الوعي. ربما كانت الأحلام مفتاحا لفهم حالات مختلفة من الوعي.

الكتاب الثالث

وعي معدّل

المستقبل ملك أولئك الذين يؤمنون بجمال أحلامهم.

ألينور روزفلت

7

في أحلامك

يمكن للأحلام أن تقرر المصير.

ربما ورد أكثر الأحلام شهرة في التاريخ القديم في العام 312م، عندما كان الإمبراطور الروماني قسطنطين منهمكا في أعظم معركة في حياته. بمواجهة عدو بجيش ضعف حجم جيشه، أدرك أنه قد يقتل في المعركة في اليوم التالي. لكنه رأى في منامه في تلك الليلة ملاكا يحمل صورة صليب، وقال له الكلمات المصيرية التالية: «بهذا الرمز ستقهر عدوك». وفورا أمر بأن تزين دروع جنوده برمز الصليب.

يسجل التاريخ أنه خرج منتصرا في اليوم التالي، مشددا قبضته على الإمبراطورية الرومانية. أقسم بأن يسدد دين الدم لهذا الدين المغمور نسبيا، الذي اضطُهد قرونا من قِبل الأباطرة الرومان قبله، والذي دُفع معتنقوه مرارا للأسود في حلبات المصارعة. وقّع على قوانين ستمهد في

«إذا استطعنا التواصل مع شخص يحلم، فهل يمكننا أيضا تغيير حلمه من الخارج؟ ربما».

النهاية الطريق لتصبح المسيحية الدين الرسمي لأحد أعظم الإمبراطوريات في العالم.

على مدى آلاف السنين، تساءل الملوك والملكات والشحاذون واللصوص عن الأحلام. اعتبر القدماء الأحلام نذرا للمستقبل، لذا كانت هناك محاولات لا تحصى خلال التاريخ لتفسيرها. يسجل الإنجيل في الإصحاح 41 من سفر التكوين صعود يوسف الذي استطاع تفسير أحلام فرعون مصر بشكل صحيح منذ آلاف السنين. فعندما حلم فرعون بسبع بقرات سمان تتبعها سبع بقرات عجاف انزعج كثيرا، وطلب من الحكماء والسحرة في أنحاء المملكة أن يفسروا هذا الحلم له. فشل الجميع في تفسيره إلى أن فسر يوسف أخيرا الحلم بأن مصر ستمر بسبع سنوات من الحصاد الوفير، تتبعها سبع سنوات من الجفاف والمجاعة. لذا قال يوسف إن على مصر أن تبدأ في تخزين الحبوب والمواد الغذائية استعدادا للسنوات العجاف المقبلة. وعندما مرّت المحنة، اعتبر يوسف نبيا.

ربطت الأحلام منذ زمن طويل بالنبوءات، ولكن في أوقات أحدث عرف أنها تحرض على الاكتشاف العلمي. جاءت الفكرة بأن الناقلات العصبية يمكنها تسهيل حركة المعلومات عبر المشبك العصبي، والتي تشكل أساس علم الأعصاب، إلى عالم الأدوية أوتو لوفي في حلم رآه. وبالمثل، حلم أوغست كيكولة بحلقة البنزين، حيث تشكل روابط الذرات بين الكربون سلسلة ملتفة وحلقة على شكل ثعبان يعض ذنبه. هذا الحلم فك سر البنية الذرية لجزيء البنزين. استنتج كيكولة من ذلك: «لنتعلم أن نحلم».

فسرت الأحلام أيضا على أنها بمنزلة نافذة على أفكارنا ونوايانا الحقيقية. كتب كاتب ومؤلف عصر النهضة العظيم ميشيل دي مونتين مرة: «أعتقد أن من الصحيح القول بأن الأحلام هي التفسيرات الحقيقية لميولنا، لكن الأمر يتطلب فنا لانتقائها وتفسيرها». في وقت أقرب، اقترح سيغموند فرويد نظرية لتفسير أسس الأحلام. في كتابه الشهير «تفسير الأحلام» ادعى أنها تعبيرات عن رغباتنا اللاواعية، والتي غالبا ما تكبت من قبل العقل اليقظ، لكنها تنطلق بلا قيود خلال الليل. ليست الأحلام مقاطع عشوائية من تصوراتنا الساخنة، لكن يمكنها في الحقيقة أن تكشف النقاب عن أسرار وحقائق عميقة حولنا. كتب يقول: «الأحلام هي الطريق الملكي إلى اللاوعي». منذ ذلك الوقت راكم الناس معارف موسوعية ضخمة تدعي أنها تظهر المعنى الكامن وراء كل حلم مزعج بحسب النظرية الفرويدية.

تستفيد هوليوود من ولعنا المستمر بالأحلام. هناك مشهد مفضل في العديد من الأفلام، وهو عندما يختبر البطل سلسلة من الأحلام المزعجة ثم يفيق فجأة من الكابوس، وهو يتصبب عرقا باردا. في الفيلم الناجح جماهيريا «البداية» Inception يلعب ليوناردو ديكابريو دور لص وضيع يسرق أسرارا حميمية من أقل الأماكن احتمالا، وهي أحلام الناس. وبفضل اختراع جديد يستطيع الدخول إلى أحلام الناس وخداعهم لإعطائه أسرارهم المالية. تنفق المؤسسات ملايين الدولارات لحماية الأسرار الصناعية وبراءات الاختراع. ويحمي المليارديرات ثرواتهم بغيرة شديدة باستخدام رموز معقدة. كانت وظيفته هي سرقة هؤلاء. تتصاعد الحبكة بسرعة مع دخول الشخصيات في أحلام، حيث ينام شخص ويحلم مرة أخرى. لذا يغوص هؤلاء المجرمون أعمق فأعمق ضمن طبقات متعددة من اللاوعي.

لكن، على الرغم من أن الأحلام طاردتنا وحيرتنا دوما، لم يستطع العلماء أن يكتشفوا أسرارها إلا في العقد الأخير فقط. في الحقيقة، يمكن للعلماء الآن أن يفعلوا شيئا اعتبر مرة مستحيلا: أخذ صور وفيديوهات تقريبية للأحلام بواسطة آلات الرنين المغناطيسي MRI. ربما أمكنك يوما ما أن ترى فيديو لحلم حلمت به الليلة السابقة، وأن تحصل على رؤية لعقلك الباطن. ومع التدريب الصحيح، ربما تستطيع أن تتحكم عن وعي في طبيعة أحلامك. ومثل شخصية ديكابريو، ربما أمكنك بتقنية متقدمة أن تدخل حلم شخص آخر.

طبيعة الأحلام

على الرغم من غرابتها، ليست الأحلام ترفا زائدا، وليست بقايا غير مفيدة لدماغ خامل. الأحلام في الحقيقة ضرورية للبقاء. باستخدام مسوحات الدماغ، من الممكن إظهار أن بعض الحيوانات تظهر نشاطا دماغيا يشبه الأحلام. إذا حرمت هذه الحيوانات من الأحلام فسوف تموت من الجوع بسرعة أكبر، لأن هذا الحرمان سيغير بشكل شديد من استقلابها. لسوء الحظ، العلم لا يعلم بالضبط سبب هذه الحالة.

الحلم أيضا خاصة أساسية من دورة نومنا. نقضي ساعتين تقريبا كل ليلة ونحن نحلم عندما ننام، حيث يدوم كل حلم من 5 إلى 20 دقيقة. وفي الحقيقة نقضي نحو ست سنوات، ونحن نحلم خلال حياة متوسطة.

الأحلام هي أيضا ظاهرة عالمية تشمل الجنس البشري كله. بالنظر عبر ثقافات مختلفة يجد العلماء مواضيع مشتركة في أحلام الناس بهذه الثقافات. سجل عالم النفس كالفين هول خمسين ألف حلم خلال أربعين عاما. أتبع هذا بألف تقرير عن أحلام لطلاب الكلية(1). ليس من المستغرب أن يكتشف أن معظم الناس حلموا بالأشياء نفسها، مثل خبراتهم الشخصية في الأيام أو الأسابيع السابقة. (مع ذلك، يبدو أن الحيوانات تحلم بشكل مختلف عنا. فالدلافين على سبيل المثال تنام بنصف دماغ كي لا تغرق، لأنها ثدييات تستنشق الهواء، وليست أسماكا. لذا إذا كانت تحلم، فمن المحتمل أنها تفعل ذلك بنصف دماغها فقط).

الدماغ كما رأينا ليس حاسوبا رقميا، لكنه بالأحرى شبكة عصبية من نوع ما تعيد باستمرارٍ وصل نفسها بعد تعلم مهمات جديدة. مع ذلك لاحظ العلماء الذين يعملون على الشبكات العصبونية شيئا مثيرا للاهتمام. غالبا ما تصبح هذه الأنظمة مشبعة بعد تعلم زائد، وبدلا من معالجة معلومات أكثر، تدخل في حالة «الحلم»، حيث تنجرف ذكريات عشوائية أحيانا وتندمج مع محاولة الشبكات العصبونية هضم المادة الجديدة كلها. ربما تعكس الأحلام إذن «عملية تنظيف للبيت» حيث يحاول الدماغ تنظيم ذكرياته بطريقة أكثر تجانسا. (إذا كان هذا صحيحا فلربما أمكن للشبكات العصبونية كلها، بما في ذلك الكائنات التي يمكنها أن تتعلم كلها، أن تدخل في حالة حلم من أجل تنظيم ذكرياتها. لذا ربما كان للأحلام هدف ما. خمن بعض العلماء أن هذا قد يعني أن الإنساليات robots التي تتعلم بالخبرة قد تحلم أيضا في نهاية المطاف).

يبدو أن الدراسات العصبية تؤيد هذه النتيجة. أظهرت الدراسات أن من الممكن تحسين الاحتفاظ بالذكريات بالحصول على نوم كاف بين زمن النشاط والاختبار. تظهر الصور العصبية أن مناطق الدماغ التي تنشط خلال النوم هي نفسها المتعلقة بتعلم مهمة جديدة. ربما كان الحلم مفيدا في تثبيت معلومات جديدة.

يمكن لبعض الأحلام أن تشمل أيضا حوادث حصلت منذ عدة ساعات، قبل النوم مباشرة. لكن معظم الأحلام تشمل ذكريات مضت عليها عدة أيام. على سبيل المثال، أظهرت التجارب أنك إذا وضعت نظارات بلون وردي لشخص ما فسيستغرق الأمر عدة أيام قبل أن تصبح الأحلام بلون وردي أيضا.

مسوحات أحلام أدماغ

تكشف مسوحات الدماغ الآن بعض الغموض عن الأحلام. عادة تظهر مسوحات EEG أن الدماغ يصدر موجات كهرطيسية مستمرة ونحن أيقاظ. ومع نومنا تدريجيا، تبدأ إشارات EEG من دماغنا في تغيير تردداتها. وعندما نحلم في النهاية، تصدر أمواج من الطاقة الكهربائية من جذع الدماغ وتصعد إلى الأعلى، وترتفع إلى المناطق القشرية من الدماغ، وخاصة القشرة البصرية. يؤكد هذا على أن الصور المرئية عامل مهم في الأحلام. في النهاية، ندخل في حالة الحلم، وتتميز موجات دماغنا بحركات سريعة للعينين REM. (بما أن بعض الثدييات تدخل أيضا في نوم يتميز برفرفة العينين، يمكننا أن نستنتج أنها تحلم أيضا).

وبينما تكون المناطق البصرية من الدماغ نشيطة، تبقى مناطق أخرى متعلقة بالشم والتذوق واللمس مغلقة إلى حد كبير. تولد الصور والأحاسيس كلها تقريبا التي يعالجها من الجسم من تلقاء نفسها وتصدر عن الاهتزازات الكهرطيسية من جذع دماغنا، وليس من محرِّض خارجي. الجسم معزول إلى حد بعيد عن العالم الخارجي. أيضا عندما نحلم نكون إلى حد كبير مشلولين. (ربما يمنعنا هذا الشلل من تمثيل أحلامنا فيزيائيا، والذي يمكن أن يكون كارثيا. يعاني نحو 6 في المائة من الناس خلل «شلل النوم»، حيث ينهضون من حلم، وهم مازالوا مشلولين. وغالبا ما يستيقظ هؤلاء مذعورين وهم يعتقدون أن هناك مخلوقات تضغط على صدورهم وأذرعهم وأرجلهم. هناك لوحات من الحقبة الفيكتورية لنساء يستيقظن ليجدن عفريتا مخيفا يجثم فوق صدورهن ويحملق فيهن. يعتقد بعض علماء النفس أن شلل النوم يمكن أن يفسر أصل متلازمة الاختطاف من قبل الكائنات الفضائية.

يكون الحصين نشطا عندما نحلم، ما يقترح أن الأحلام تسحب من مخزون ذاكرتنا. ويكون المهاد والحزام الأمامي نشطين أيضا، الأمر الذي يعني أن الأحلام يمكن أن تكون عاطفية جدا، وتشمل الخوف غالبا.

لكن الأكثر كشفا هو مناطق الدماغ المغلقة، بما فيها القشرة الظهرانية أمام الجبهية (التي هي مركز التحكم في الدماغ) والقشرة الجبهية الحجاجية (التي يمكنها أن تعمل كحساس أو مختبر للحقيقة)، والمنطقة الصدغية الجدارية (التي تعالج إشارات التحريك الحسية والوعي بالمكان).

عندما تغلق القشرة الظهرانية أمام الجبهية لا يمكننا الاعتماد على مركز التخطيط العقلاني في الدماغ. بدلا من ذلك، نتجول بلا هدف في أحلامنا، حيث يعطينا المركز البصري صورا من دون تحكم عقلاني. وتكون القشرة الجبهية الحجاجية، أو مختبر الحقيقة، غير فعالة أيضا. وبالتالي يُسمح للأحلام بأن تتطور براحة ومن دون أي قيود من قوانين الفيزياء أو من الإدراك السليم. ويكون الفص الصدغي الجداري الذي يساعد في تنسيق إحساسنا بمكاننا باستخدام إشارات من عيوننا وآذاننا الداخلية مغلقا أيضا، وهذا يفسر حالة الخروج من الجسد ونحن نحلم.

وكما أكدنا، يمثل الوعي البشري بشكل رئيس الدماغ وهو يخلق باستمرار نماذج عن العالم الخارجي ويمثلها للمستقبل. إذا كان الأمر كذلك فالأحلام تمثل طريقة بديلة يمثل فيها الدماغ المستقبل، حيث تعلق فيها قوانين الطبيعة والتفاعلات الاجتماعية بشكل مؤقت.

كيف نحلم؟

لكن هذا يبقي السؤال مفتوحا: ما الذي يولد أحلامنا؟ الدكتور آلان هوبسون، وهو عالم نفس في مدرسة هارفارد الطبية وأحد الخبراء المشهورين في العالم حول الأحلام، كرس عقودا من حياته لكشف أسرار الأحلام. يدعي هوبسون أن من الممكن دراسة الأحلام، وخاصة النوم الخفيف (مع حركة العينين REM) على المستوى العصبي، وأن الأحلام تنشأ عندما يحاول الدماغ تفسير الإشارات العشوائية التي تصدر من جذع الدماغ.

عندما قابلته، أخبرني أنه بعد عدة عقود من تصنيف الأحلام، وجد أن هناك خمس خواص رئيسة[2]:

1. عواطف هياجة – يعود هذا إلى تنشيط اللوزة الدماغية، ما يثير عواطف كالخوف.
2. محتوى غير منطقي – يمكن للأحلام أن تتحول بسرعة من مشهد إلى آخر مخالفة للمنطق.
3. الآثار الحسية الظاهرة – تعطينا الأحلام أحاسيس زائفة تتولد داخليا.
4. قبول من دون نقد لأحداث الأحلام– نقبل من دون نقد الطبيعة غير المنطقية للحلم.

5. صعوبة تذكر الحلم – ننسى الأحلام بسرعة، خلال دقائق بعد الاستيقاظ.

حقق الدكتور هوبسون (مع الدكتور روبرت ماكارلي) إنجازا تاريخيا باقتراح أول تحدٍّ جدي لنظرية فرويد في الأحلام، دعي «نظرية تخليق النشاط». في العام 1977 اقترحا أن الأحلام تصدر من الإطلاق العصبي العشوائي في جذع الدماغ، الذي ينتقل صعودا إلى القشرة، والذي يحاول بعد ذلك تفسير هذه الإشارات العشوائية.

يقع مفتاح الأحلام في عُقد في جذع الدماغ، وهو أقدم جزء من الدماغ، والذي يفرز مواد كيميائية خاصة تدعى الأدرينيات adrenergics، والتي تبقينا متأهبين. ومع ذهابنا إلى النوم، ينشط جذع الدماغ نظاما آخر يدعى الكوليني cholinergic، والذي يصدر مواد كيميائية تضعنا في حالة الحلم.

وبينما نحلم تبدأ العصبونات الكولينية في الدماغ بالإطلاق، مولدة نبضات متقطعة من الطاقة الكهربائية تدعى موجات PGO (Pontine-geniculate-occipital) . تنتقل هذه الموجات أعلى جذع الدماغ إلى القشرة البصرية، محرضة إياها لتخلق الأحلام. تبدأ الخلايا في القشرة البصرية بالطنين مئات المرات في الثانية بطريقة غير منتظمة. وربما كان هذا مسؤولا عن الطبيعة غير المتسقة أحيانا للأحلام.

يفرز هذا النظام أيضا مواد كيميائية تعيق أجزاء من الدماغ مرتبطة بالمنطق والتفكير السليم. ربما يفسر عدم وجود تحكم من القشرتين أمام الجبهية والجبهية الحجاجية، مع تحسس الدماغ للأفكار التائهة، الطبيعة الغريبة وغير المنتظمة للأحلام.

أظهرت الدراسات أنه من الممكن دخول الحالة الكولينية من دون نوم[3]. يدعي الدكتور إدغار غارسيا ريل من جامعة أركنساس أن التأمل والقلق أو البقاء في مكان مغلق يمكن أن يحرض هذه الحالة. وقد يدخل الملاحون والسائقون الذين يواجهون شاشة نمطية غير متغيرة لعدة ساعات هذه الحالة أيضا. اكتشف في أحد بحوثه أن لدى مرضى الفصام عددا كبيرا وغير عادي من العصبونات الكولينية في جذوع أدمغتهم، والذي ربما يفسر وجود بعض الهلوسة لديهم.

لتكون دراساته أكثر كفاءة، جعل الدكتور آلان هوبسون موضوعات دراسته يلبسون قبعات ليلية خاصة يمكنها أن تسجل آليا البيانات خلال الحلم. يسجل حساس مرتبط بالقبعة الليلية حركات رأس الشخص (لأن حركات الرأس تحدث عادة

عندما ينتهي الحلم). ويقيس حساس آخر حركات أجفان العينين (لأن نوم الـ REM يسبب حركة الجفون). عندما يستيقظ الأشخاص يسجلون فورا ما حلموا به، وتُغذى البيانات من القبعة الليلية إلى الحاسوب.

بهذه الطريقة راكم الدكتور هوبسون كمية كبيرة من المعلومات حول الأحلام. لذا سألته: ما معنى الأحلام؟ لقد استبعد ما يدعوه «قراءة الطالع بالأحلام». وهو لا يرى أي رسالة مخبأة من الكون في الأحلام.

بدلا من ذلك، هو يعتقد أنه بعد أن تصعد موجات الـ PGO من جذع الدماغ إلى مناطق القشرات، تحاول هذه القشرات تفسير هذه الإشارات المضطربة، وتنتهي بتأليف قصة منها هي: الحلم.

تصوير حلم

في الماضي تجنب معظم العلماء دراسة الأحلام، لأنها شخصية جدا، ولأن لها تاريخا طويلا من الارتباط بالعرافين والسحرة. لكن بوجود مسوحات الرنين المغناطيسي MRI، تكشف الأحلام الآن عن أسرارها. في الحقيقة، بما أن مراكز الدماغ التي تتحكم بالأحلام متطابقة تقريبا مع تلك التي تتحكم في الرؤية، فمن الممكن تصوير الأحلام. يجري هذا البحث الرائد في كيوتو في اليابان من قبل علماء في مختبرات ATR للحساب وعلم الأعصاب.

يوضع الأشخاص أولا في آلة MRI ويطلعون على 400 صورة بالأبيض والأسود، تتألف كل منها من نقاط ضمن إطار 10×10 بيكسل. تضاء كل صورة بالدور، ويسجل جهاز الرنين المغناطيسي MRI كيف يستجيب الدماغ لكل مجموعة من البيكسلات. وكما بالنسبة إلى مجموعات أخرى تعمل في مجال الـ BMI، يخلق العلماء في النهاية موسوعة من الصور، حيث ترتبط كل صورة من البيكسلات بنموذج MRI معين. هنا يستطيع العلماء العمل عكسيا ليعيدوا تشكيل صور مولدة ذاتيا بشكل صحيح من مسوحات الرنين المغناطيسي MRI للدماغ أخذت بينما كان الأشخاص يحلمون.

يقول كبير العلماء في مختبرات ATR يوكياسو كاميتاني «يمكن تطبيق هذه التقنية أيضا لإحساسات أخرى غير بصرية. من الممكن أيضا في المستقبل قراءة المشاعر والحالات العاطفية المعقدة»[4]. في الواقع يمكن تصوير أي حالة عقلية للدماغ بهذه

الطريقة، بما في ذلك الأحلام، مادام بالإمكان صنع خريطة «واحد لواحد» بين حالات عقلية محددة ومسوحات MRI.

ركز علماء كيوتو على تحليل صور ثابتة مولدة من الدماغ. في الفصل 3 صادفنا منحى مماثلا يقوده الدكتور جاك غالانت، حيث يمكن استخدام الفوكسلات من مسوحات MRI ثلاثية الأبعاد للدماغ لإعادة بناء الصور الحقيقية التي تراها العين بواسطة صيغة معقدة. سمحت عملية مماثلة للدكتور غالانت وفريقه بأن يصنعوا فيديو أوليا لحلم. عندما زرت المختبر في بيركلي تكلمت مع الباحث المساعد الدكتور شينجي نيشيموتو الذي سمح لي برؤية فيديو أحد أحلامه[5]. وهو أول فيديو من نوعه. رأيت مجموعة من الوجوه تظهر على شاشة الحاسوب، ما يعني أن الشخص (في هذه الحالة هو الدكتور نيشيموتو نفسه) كان يحلم بالناس، وليس بالحيوانات والأشياء. كان هذا مدهشا. لسوء الحظ التقنية ليست جيدة بما يكفي لرؤية الملامح الدقيقة لوجوه الناس الذين يظهرون في حلمه، لذا فالخطوة التالية هي زيادة عدد البيكسلات بحيث يمكن تمييز صور أكثر تعقيدا. ستشمل التطورات الأخرى إعادة إنتاج الصور بالألوان بدلا من الأبيض والأسود. سألت الدكتور نيشيموتو بعد ذلك السؤال المحوري التالي: كيف تعرف أن الفيديو دقيق؟ كيف تعلم أن الآلة لا تؤلف هذه الأشياء؟ كان خجولا قليلا عندما أجاب بأن هذه هي نقطة الضعف في بحثه. عادةً ما تكون لديك بضع دقائق فقط بعد الاستيقاظ لتسجيل حلم. بعد ذلك تغيب معظم الأحلام في ضباب وعينا، لذا ليس من السهل تحري النتائج.

أخبرني الدكتور غالانت أن بحثه حول الأحلام المسجلة بالفيديو مازالت في طور التطوير، وهذا هو السبب في أنها ليست جاهزة للنشر. لايزال هناك مشوار طويل قبل أن نستطيع مشاهدة شريط فيديو عن حلم الليلة السابقة.

الأحلام الصافية (الجلية)

يبحث العلماء أيضا في نوع من الأحلام اعتبر يوما ما أسطورة: الحلم الصافي lucid dream أو الحلم وأنت واعٍ. يبدو هذا تناقضا في المصطلح، لكن جرى التحقق من هذه الأحلام في مسوحات الدماغ. في الحلم الصافي يعي الحالمون أنهم يحلمون، ويمكنهم بوعيٍ التحكم في اتجاه الحلم. على الرغم من أن العلم بدأ أخيرا فقط في

التجريب على الحلم الصافي، فإن هناك إشارات لهذه الظاهرة تعود قرونا إلى الوراء. في البوذية على سبيل المثال هناك كتب تشير إلى حالمين من هذا النوع، وكيف تدرب نفسك لتصبح واحدا منهم. وخلال قرون كتب العديد من الناس في أوروبا سجلات مفصلة عن الأحلام الصافية لديهم.

تظهر مسوحات دماغ «الحالمين الصافين» أن هذه الظاهرة حقيقية: خلال النوم الخفيفREM، تكون قشرتهم الظهرانية أمام الجبهية، والتي تكون نائمة عادة عندما يحلم شخص عادي، نشطةً، ما يدل على أن الشخص واعٍ جزئيا بينما يحلم. في الحقيقة، كلما كان الحلم واضحا، كانت القشرة الجبهوية الخلفية الجانبية نشطةً، لأنها تمثل الجزء الواعي من الدماغ، لذا لا بد أن يكون الحالم واعيا بينما يحلم.

أخبرني الدكتور هوبسون أن أي شخص يمكنه تعلم الحلم الصافي بالتدرب على تقنيات معينة. بشكل خاص، على الأشخاص الذين يحلمون الأحلام الصافية أن يحتفظوا بدفتر ملاحظات عن أحلامهم. قبل الذهاب إلى النوم يجب عليهم أن يذكروا أنفسهم بأنهم «سيستيقظون» في منتصف الحلم، ليدركوا أنهم يتحركون في عالم الأحلام. من الضروري أن تكون مستعدا لهذا قبل أن ترتمي على الوسادة. بما أن الجسم مشلول بشكل عام خلال النوم الخفيف REM، فمن الصعب على الشخص الحالم أن يرسل إشارة إلى العالم الخارجي بأنه دخل في حلم ما، لكن الدكتور ستيفن لابيرج من جامعة ستانفورد درس أصحاب الأحلام الصافية (بمن فيهم نفسه) ممن استطاعوا الإشارة إلى العالم الخارجي وهم يحلمون.

في العام 2011، ولأول مرة، استخدم العلماء حساسات MRI وEEG لقياس محتوى الحلم، وحتى الاتصال مع الشخص الحالم. في معهد ماكس بلانك في ميونيخ ولايبزيغ استعان العلماء بحالمي اليقظة الذين وضعوا حساسات الـ EEG فوق رؤوسهم لمساعدة العلماء في تحديد اللحظة التي دخلوا فيها في النوم الخفيف REM، ثم دخلوا في آلة الرنين المغناطيسي MRI. قبل الإخلاد إلى النوم اتفق الحالمون على البدء بمجموعة من حركات العينين وأنماط التنفس عندما يحلمون، مثل شفرة مورس. أخبروا أنهم لا يكادون يشرعون في الحلم حتى يكون عليهم أن يقبضوا يدهم اليمنى ثم اليسرى لعشر ثوان. كانت هذه هي الإشارة على أنهم يحلمون.

اكتشف العلماء أنه لا يكاد يدخل الحالمون في حالة الحلم حتى تنشط القشرة

الحسية الحركية في الدماغ (المسؤولة عن التحكم بالأفعال الحركية مثل إغلاق قبضة اليد). يمكن لمسوحات MRI أن تلتقط ضغط القبضة وأي يد تقبض أولا. ثم باستخدام حساس آخر (مطياف أشعة قريبة من الأشعة تحت الحمراء) استطاعوا تأكيد أن هناك زيادة في نشاط الدماغ في المنطقة التي تتحكم بتخطيط الحركات.

«أحلامنا إذن ليست «سينما للمنام» حيث نشاهد الأحداث بسلبية فحسب، بل حيث نشارك بها من خلال مناطق الدماغ ذات العلاقة بمادة الحلم»[6]. كما يقول مايكل شيزتش من معهد ماكس بلانك.

الدخول في حلم

لو استطعنا التواصل مع شخص يحلم، فهل يمكننا أيضا تغيير حلمه من الخارج؟ ربما.

أولا، كما رأينا مسبقا، حقق العلماء مسبقا الخطوات الأولى في تصوير حلم شخص ما فيديويا، وفي السنوات المقبلة سيكون من الممكن صنع صور وفيديوهات أكثر دقة للأحلام. وبما أن العلماء استطاعوا مسبقا تكوين صلة تواصل بين العالم الحقيقي والحالم الصافي وهو في عالم الخيال، فيجب من حيث المبدأ على الأقل أن يستطيعوا عمدا تغيير مجرى الحلم. دعنا نقل إن العلماء يشاهدون فيديو حلم باستخدام آلة MRI كما يظهر الحلم في الوقت الحقيقي. وبينما يتجول الشخص في مجال الحلم، يمكن للعلماء أن يعلموا أين يسير ويعطوه توجيهات للتحرك باتجاهات مختلفة.

لذا ربما أمكن في المستقبل القريب مشاهدة فيديو لحلم شخص، ومن ثم التأثير في اتجاهه العام بالفعل. لكن في فيلم «البداية» Inception يمضي ليوناردو ديكابريو إلى أبعد من ذلك. لقد استطاع ليس فقط أن يراقب حلم شخص آخر، بل أن يدخل فيه أيضا. هل هذا ممكن؟

رأينا مسبقا أننا نشل عندما نحلم، بحيث لا ننفذ أحلامنا الخيالية، والتي يمكن أن تشكل كارثة علينا. مع ذلك، عندما يمشي الناس في نومهم، فإن عيونهم تكون غالبا مفتوحة (على رغم أنها تبدو غائمة). لذا يعيش السائرون في نومهم في عالم هجين، جزء منه حقيقي والجزء الآخر أشبه بالحلم. هناك العديد من الحالات الموثقة لأناس يمشون حول منازلهم ويسوقون سياراتهم ويقطعون الأخشاب ويقومون أيضا بالقتل وهم في حالة الحلم هذه، حيث يختلط الخيال بالواقع. بالتالي من الممكن أن تتفاعل

الصور الفيزيائية التي تراها العين حقيقة بحرية بالصور الخيالية التي يلفقها الدماغ خلال الحلم.

الطريقة للدخول في حلم شخص ما قد تكون في جعله يضع عدسات لاصقة يمكنها إسقاط صور مباشرة على شبكيته. طورت مسبقا نماذج أولية لعدسات لاصقة للإنترنت في جامعة واشنطن في سياتل[7]. لذا لو أراد المراقب الدخول في حلم شخص، فإنه سيجلس أولا في استديو ويجعل آلة تصوير فيديوية تصوره. يمكن بعد ذلك إسقاط صورته على العدسات اللاصقة للحالم، خالقة صورة مركبة (صورة المراقب فوق الصورة الخيالية التي يصنعها الدماغ).

يمكن للمراقب أن يرى عالم الأحلام هذا بالفعل وهو يتجول في الحلم، لأنه سيكون أيضا لابسا عدسات إنترنت لاصقة. سترسل صورة الـ MRI لحلم الشخص الحالم، بعد أن تفك رموزها من قبل حاسوب، مباشرة إلى العدسات اللاصقة للمراقب.

أبعد من ذلك، يمكنك في الحقيقة تغيير منحى الحلم الذي دخلته. في أثناء تجوالك في الاستديو الفارغ، سترى الحلم يظهر في عدساتك اللاصقة، لذا يمكنك البدء في التفاعل مع الأشياء والناس الذين يظهرون فيه. سيكون هذا خبرة مثيرة، بما أن الخلفية ستتغير من دون تحذير، ستظهر الصور وتختفي من دون سبب، وستعلق قوانين الفيزياء. كل شيء وارد.

وإذا اتجهنا نحو المستقبل، فربما يكون من الممكن أيضا الدخول في حلم شخص آخر بوصل دماغين نائمين مباشرة. يوصل كل دماغ إلى ماسح MRI موصول بحاسوب مركزي يدمج الحلمين في حلم واحد. سيفك الحاسوب أولا شفرة مسوحات الـ MRI لكل شخص في صورة فيديوية واحدة. ثم سيرسل حلم أحد الشخصين إلى المناطق الحساسة في دماغ الشخص الآخر، بحيث يندمج حلم الحالم الآخر مع حلم الحالم الأول. لكن يجب أولا أن تصبح تقنية التصوير الفيديوي وتفسير الأحلام أكثر تطورا قبل أن تتحقق هذه الإمكانية.

غير أن هذا يثير سؤالا آخر: إذا كان من الممكن تغيير مسار حلم شخص ما، فهل من الممكن التحكم ليس بحلمه فقط بل بعقله أيضا؟ خلال الحرب الباردة أصبحت هذه قضية مهمة بخوض كل من الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة لعبة مميتة محاولين استخدام التقنيات النفسية للتحكم في إرادات الآخرين.

13

العقل بوصفه طاقة بحتة

نظر الفيزيائيون بجدية إلى فكرة أن الوعي قد ينتشر يوما ما خلال الكون. كتب السير مارتين ريس، الفلكي الملكي في بريطانيا: «الثقوب السوداء والأبعاد الإضافية والحاسبات الكمومية تفتح سيناريوهات متخيلة يمكنها تحويل كوننا بأكمله إلى كون حي»[(1)].

لكن هل سيتحرر العقل يوما ما من الجسد المادي ليستكشف الكون بأكمله؟ كان هذا هو موضوع قصة الخيال العلمي الكلاسيكية لإسحق أسيموف «السؤال الأخير» The last Question (كان يتذكر بشغف أنها قصة الخيال العلمي القصيرة المفضلة لديه من بين القصص التي كتبها جميعها). في هذه القصة، سيكون البشر بعد مليارات السنين في المستقبل قد احتفظوا بأجسادهم المادية في أغلفة على كوكب مجهول، محررين عقولهم للتحكم في الطاقة البحتة المنتشرة خلال المجرة. بدلا من بدائل مصنوعة من الفولاذ والسيليكون، فإن هذه البدائل

«في المستقبل إذن، عندما ترسل أشعة ليزرية تحتوي على مخططات أدمغتنا إلى النجوم، ربما تُحوَّل إلى سحابة من الجزيئات الغازية، ثم تُعبأ ضمن قارورة».

كائنات من طاقة بحتة يمكنها من دون جهد أن تجوب أبعاد الفضاء النائية عبر نجوم متفجرة ومجرات متصادمة وعجائب أخرى في الكون. لكن مهما تطورت قدرة البشر فإنها تبقى عاجزة لأنها تشهد الموت النهائي للكون نفسه في التجمد الكبير. في محاولة يائسة، تبني البشرية حاسوبا فائقا للجواب عن السؤال الأخير: هل يمكن عكس موت الكون؟ الحاسوب ضخم ومعقد جدا بحيث تحتم وضعه في الفضاء الفائق. لكن الحاسوب يرد ببساطة أنه لا توجد معلومات كافية لإعطاء جواب.

مع تحول النجوم إلى العتمة بعد عدة أيونات من السنين، تصبح أشكال الحياة كلها في الكون على وشك الموت. لكن الحاسوب الفائق يكتشف أخيرا طريقة لعكس موت الكون، يجمع نجوما ميتة من أنحاء الكون، ويدمجها في كرة كونية هائلة ويفجرها. مع انفجار الكرة يعلن الحاسوب الفائق «ليكن هناك نور»!

وكان هناك نور.

وهكذا، فالبشرية بعد أن تحررت من الجسد المادي أصبحت قادرة على أداء دور الإله وخلق كون جديد.

في البداية، تبدو قصة إسحق أسيموف عن كائنات مؤلفة من طاقة بحتة تجوب أنحاء الكون مستحيلة. لقد اعتدنا التفكير في مخلوقات مصنوعة من لحم ودم، وتخضع لقوانين الفيزياء وعلم الأحياء، وتعيش وتتنفس على سطح الأرض، ومقيدة بجاذبية كوكبنا. لذا تبدو فكرة كائنات واعية من الطاقة، تسافر عبر المجرة، ولا تعوقها حدود الأجساد المادية، فكرة غريبة.

مع ذلك فهذا الحلم في استكشاف الكون على شكل مخلوقات من الطاقة البحتة يقع ضمن قوانين الفيزياء. فكّر في الشكل الأكثر شيوعا من الطاقة البحتة، وهو شعاع الليزر القادر على احتواء كميات هائلة من المعلومات. اليوم ترسل تريليونات الإشارات على شكل هواتف خليوية وحزم بيانات وفيديوهات ورسائل إلكترونية روتينيا بواسطة ألياف ضوئية تنقل أشعة ليزرية. ربما في وقت ما من القرن القادم سنستطيع أن ننقل وعي أدمغتنا خلال النظام الشمسي بوضع خريطة دماغ بشري بأكملها على أشعة ليزرية قوية. بعد قرن من ذلك قد نستطيع إرسال مخطط دماغ بشري إلى النجوم فوق شعاع ضوئي.

(هذا ممكن لأن طول موجة شعاع الليزر ميكروي، أي أنه يقاس بواحد على

مليون من المتر. هذا يعني أنك تستطيع ضغط كميات هائلة من المعلومات على نموذجه الموجي. فكّر في شفرة مورس. يمكن وضع نقاط وشرطات شفرة مورس بسهولة على النموذج الموجي لشعاع ليزري. ويمكن حتى نقل كمية أكبر من المعلومات على أشعة إكس، التي لها طول موجة أصغر حتى من ذرة).

إحدى الطرق لاستكشاف المجرة، غير المحصورة بالقيود الكثيفة للمادة العادية، هي في وضع خريطة دماغ بشري على أشعة ليزرية موجهة نحو القمر والكواكب وحتى النجوم. بوجود برنامج سريع لاستكشاف ممرات الدماغ، ستكون خريطة الدماغ البشري جاهزة في أواخر هذا القرن، وربما يصبح شكل من خريطة الدماغ التي يمكن وضعها على شعاع ليزري متوافرا في القرن القادم.

سيحتوي الشعاع الليزري على المعلومات كلها اللازمة لإعادة تجميع كائن واعٍ. وعلى الرغم من أن الشعاع الليزري قد يستغرق أعواما أو حتى قرونا ليصل إلى هدفه، فإن الرحلة ستكون فورية من وجهة نظر الراكب على هذا الشعاع. فوعينا متجمد أساسا على الشعاع الليزري، وهو يندفع خلال الفضاء الفارغ، لذا ستبدو الرحلة إلى الجانب الآخر من المجرة كأنها مضت خلال طرفة عين.

بهذه الطريقة نتجنب الخصائص غير السارة كلها للسفر عبر الكواكب والنجوم. أولا، ليست هناك حاجة إلى بناء صواريخ دفع ضخمة. بدلا من ذلك، تضغط ببساطة على زر «التشغيل» لشعاع الليزر. ثانيا، ليست هناك قوى جاذبية ضخمة تحطم جسمك وأنت تتسارع في الفضاء. بدلا من ذلك، سترتفع سرعتك فورا إلى سرعة الضوء، بما أنك مخلد. ثالثا، ليس من الضروري أن تعاني مخاطر الفضاء الخارجي، مثل الاصطدام بالنيازك والأشعة الكونية المميتة، لأن الكويكبات والأشعة تمر من خلالك من دون أذى. ورابعا، لا يلزمك أن تجمّد جسمك، أو تتحمل سنوات من الملل بينما تقبع بصعوبة داخل صاروخ تقليدي. بدلا من ذلك، ستنتقل في الفضاء بأقصى سرعة في الكون، متجمدا بالنسبة إلى الزمن.

ما إن نصل إلى الهدف، حتى تكون هناك محطة استقبال تنقل البيانات من الشعاع الليزري إلى حاسوب رئيس يرد بعد ذلك الكائن الواعي إلى الحياة. تتحكم الشفرة المطبوعة على الشعاع الليزري الآن في الحاسوب، وتعيد توجيه برمجته. توجه خريطة الدماغ الحاسوب الرئيس ليبدأ بتمثيل المستقبل للوصول إلى أهدافه (أي ليصبح واعيا).

هذا الوعي الذي أصبح الآن داخل الحاسوب الرئيس يرسل الإشارات لاسلكيا إلى جسم إنسالي بديل، ينتظر عند محطة الوصول. بهذه الطريقة «نستيقظ» فجأة على كوكب أو نجم بعيد، كأن الرحلة حدثت في طرفة عين، داخل الجسد الإنسالي لبديلنا. تتم الحسابات المعقدة كلها ضمن حاسوب رئيس ضخم، يوجه حركات البديل، لينفذ المهمات على نجم بعيد. غافلين عن مخاطر السفر عبر الفضاء، كأن شيئا لم يحدث.

تخيل الآن شبكة واسعة من هذه المحطات في النظام الشمسي، وحتى في المجرة. من وجهة نظرنا، سيكون الانتقال من نجم إلى آخر بلا جهد تقريبا، وسيتم السفر بسرعة الضوء في رحلات فورية. في كل محطة هناك بديل إنسالي ينتظرنا لندخل جسده، تماما مثل دخول غرفة فندق فارغة تنتظرنا لنقيم فيها. نصل إلى هدفنا بحالة جيدة، مزودين بجسد خارق.

سيعتمد نوع الجسد الإنسالي البديل الذي ينتظرنا في نهاية رحلتنا على مهمتنا. لو كانت المهمة استكشاف عالم جديد، يجب أن يعمل الجسم البديل ضمن ظروف قاسية. عليه أن يتكيّف مع حقول مختلفة من الجاذبية، وأغلفة جوية سامة، وبرد مجمد أو حرارة قاتلة ودورات مختلفة لليل والنهار، ووابل مستمر من الإشعاع المميت. للبقاء حيا تحت هذه الظروف القاسية، يجب أن يكون الجسم البديل مزودا بقوة فائقة وبحواس خارقة.

لو كان الجسد البديل لمجرد الاسترخاء، فسيكون مصمما لأنشطة التمتع. سيعظّم هذا الجسم متعة التحليق في الفضاء على الزلاجات، والطائرات الورقية، والطائرات الشراعية، أو إرسال كرة خلال الفضاء بضربة مضرب أو عصا.

أو إذا كانت المهمة الاختلاط بالسكان المحليين ودراستهم، فسيكون البديل مشابها للخصائص الجسدية للسكان الأصليين (كما في فيلم «أفاتار» Avatar).

لا بد أن نعترف أنه كي نخلق هذه الشبكة من المحطات الليزرية في المقام الأول، ربما يكون من الضروري أن نسافر أولا إلى الكواكب والنجوم بالطريقة التقليدية، على سفن صاروخية تقليدية. ثم يمكن للمرء أن يبني أول مجموعة من المحطات الليزرية. (ربما كانت أسرع طريقة وأرخصها وأكثرها كفاءة لصنع هذه الشبكة بين النجوم هي إرسال مجسات روبوتية ذاتية التكاثر خلال المجرة. ولأنها تستطيع استنساخ نفسها بدءا من مجس واحد فقط، سيكون هناك بعد عدة أجيال مليارات

المجسات المماثلة تتدفق في الاتجاهات كلها، تخلق كل منها محطة ليزرية في مكان هبوطها. سنناقش هذا أكثر في الفصل المقبل).

لكن لا يكاد يتم تأسيس الشبكة، حتى يمكن للمرء أن يتصور تدفقا مستمرا لكائنات واعية تجوب المجرة، بحيث تغادر وتصل في أي لحظة أفواج من الناس من أنحاء بعيدة من المجرة. أي محطة ليزرية في هذه الشبكة قد تبدو مثل محطة قطار مركزية كبيرة.

على رغم أن هذا يبدو مستقبليا جدا، فإن الفيزياء الأساس لهذه الفكرة مؤسسة بشكل جيد مسبقا. يشمل هذا وضع كميات هائلة من البيانات على أشعة ليزرية، وإرسال هذه المعلومات عبر آلاف الأميال، ثم فك شفرة المعلومات على الطرف الآخر. لذلك فالمشاكل الرئيسة التي تواجه هذه الفكرة ليست في الفيزياء، لكن في الهندسة. ولهذا السبب، قد يستغرق الأمر حتى القرن القادم لإرسال مخطط دماغ بكامله على أشعة ليزرية قوية بما يكفي للوصول إلى الكواكب. ربما يستغرق الأمر منا قرنا آخر لإرسال عقولنا شعاعيا إلى النجوم.

لمعرفة ما إذا كان هذا ممكنا، من المفيد أن نجري عدة حسابات تقريبية. المشكلة الأولى هي أن الفوتونات داخل شعاع ليزري، وهي بثخن قلم رصاص، على رغم أنها تبدو بتشكيلات متوازية تماما، فإنها في الحقيقة تتباعد قليلا في المكان. (عندما كنت طفلا اعتدت إطلاق شعاع إلى القمر، وكنت أتساءل فيما إذا كان الشعاع سيصل إليه. الجواب هو نعم. يمتص الغلاف الجوي 90 في المائة من الشعاع الأصلي تاركا بعضه يصل إلى القمر. لكن المشكلة الحقيقية هي أن صورة الضوء التي تسقط في النهاية على القمر تكون بقطر عدة أميال. يعود هذا إلى مبدأ عدم التأكد؛ فحتى أشعة الليزر سوف تتباعد ببطء. بما أنه لا يمكنك أن تعرف بالتحديد موقع الشعاع الليزري، فيجب وفق قوانين الفيزياء الكمومية، أن ينتشر ببطء على مدى فترة زمنية).

لكن إرسال مخطط دماغ شعاعيا إلى القمر لا يفيدنا كثيرا، بما أنه من السهل البقاء ببساطة على الأرض والتحكم في البديل القمري مباشرة بواسطة الراديو. فالتأخير عبارة عن ثانية فقط عند إصدار أوامر للبديل. وتأتي الميزة الحقيقية عندما يتم التحكم في البدائل على سطح الكواكب، لأن الرسالة الراديوية قد تستغرق

ساعات للوصول إلى البديل هناك. ستكون عملية إصدار سلسلة من الأوامر الراديوية إلى بديل ينتظر استجابة، وإصدار أمر آخر، عملية بطيئة جدا تستغرق أياما بأكملها.

لو أردت أن ترسل شعاعا ليزريا إلى الكواكب، عليك أن تؤسس أولا لبطارية من الليزرات على سطح القمر، فوق الغلاف الجوي بكثير، بحيث لا يوجد هواء لامتصاص الإشارة. بإطلاقه من القمر، يمكن لشعاع ليزري أن يصل إلى الكواكب خلال دقائق إلى عدة ساعات. بمجرد أن يرسل الشعاع الليزري خريطة الدماغ إلى الكواكب حتى يصبح من الممكن التحكم مباشرة في البديل من دون أي عوامل تأخير على الإطلاق.

لذا يمكن تأسيس شبكة من محطات الأشعة الليزرية هذه خلال النظام الشمسي بحلول القرن التالي. لكن المشاكل تتضخم عندما نحاول إرسال شعاع إلى النجوم. هذا يعني أن علينا أن نمتلك محطات إرسال موضوعة على نيازك، ومحطات فضائية على طول الطريق، من أجل تضخيم الإشارة وتقليل الأخطاء وإرسال الرسالة إلى محطة الإرسال التالية. يمكن إجراء هذا باستخدام الشهب التي تقع بين شمسنا والنجوم المجاورة. على سبيل المثال، تمتد على بعد نحو سنة ضوئية من الشمس (أو ربع المسافة إلى أقرب نجم) سحابة من الشهب تدعى «أورت» Oort. إنها عبارة عن غلاف كروي من مليارات الشهب، حيث يوجد كثير منها من دون حركة في الفضاء الفارغ. هناك ربما سحابة «أورت» مماثلة من الشهب تحيط بنظام النجم «سينتوري» (قنطور) Centauri، وهو أقرب النجوم إلينا. وبافتراض أن سحابة أورت هذه يمكن أن تمتد سنة ضوئية أيضا من تلك النجوم، لذا فإن نصف المسافة تماما من نظامنا الشمسي إلى التالي يحتوي على شهب ثابتة يمكننا أن نبني عليها محطات الإرسال الليزرية.

المشكلة الأخرى هي حجم المعلومات التي يجب إرسالها بالشعاع الليزري. المعلومات الكلية الموجودة في خريطة دماغ شخص واحد تبلغ وفق الدكتور سيباستيان سيونغ 1 زيتا بايت تقريبا (أي واحدا مع واحد وعشرين صفرا بعده). هذا يعادل تقريبا المعلومات الكلية الموجودة على شبكة الإنترنت العالمية الآن. الآن، تصور إطلاق بطارية من الأشعة الليزرية إلى الفضاء وهي تحمل هذا الجبل الكبير من المعلومات. يمكن للألياف الضوئية أن تحمل تيرا بايت من البيانات في الثانية (واحد مع اثني عشر صفرا بعده). خلال القرن التالي قد تزيد التطورات في تخزين

المعلومات وضغط البيانات وحزم الأشعة الليزرية هذه الكفاءة بعامل مليون. هذا يعني أن الأمر سيستغرق عدة ساعات أو ما يقرب من ذلك لإرسال الشعاع إلى الفضاء حاملا المعلومات كلها الموجودة ضمن الدماغ.

لذا فالمشكلة ليست في حجم المعلومات المرسلة بأشعة ليزرية. من حيث المبدأ، يمكن للأشعة الليزرية أن تحمل كمية غير محدودة من البيانات. الاختناقات الحقيقية هي المحطات المستقبلة على الطرف الآخر، التي يجب أن تحتوي على مفاتيح تتحكم بسرعة في هذه الكمية من البيانات بسرعة هائلة. ربما لا تكون أنصاف النواقل السيليكونية سريعة بما يكفي لمعالجة هذا الحجم من البيانات. بدلا من ذلك، قد يكون علينا أن نستخدم الحاسبات الكمومية، والتي تحسب ليس على ترانزيستورات نواقل سيليكونية، لكن على ذرات مفردة. في الوقت الحالي فإن الحاسبات الكمومية لاتزال بدائية، لكن بحلول القرن التالي قد تكون قوية بما يكفي لمعالجة زيتابايتات من المعلومات.

كائنات عائمة من الطاقة

هناك ميزة أخرى لاستخدام الحاسبات الكمومية لمعالجة هذا الجبل من البيانات، وهي فرصة خلق كائنات من الطاقة يمكنها التحليق والعوم في الهواء، والتي تظهر كثيرا في قصص التشويق والخيال العلمي. ستمثل هذه الكائنات الوعي بشكله الأنقى. في البداية، مع ذلك، قد يبدو أنها تخترق قوانين الفيزياء، بما أن الضوء يسافر دوما بسرعة الضوء.

لكن في العقد الأخير، احتل فيزيائيون من جامعة هارفارد العناوين العريضة للصحف عندما أعلنوا أنهم يستطيعون إيقاف شعاع من الضوء تماما في مساره. بدا أن هؤلاء الفيزيائيين حققوا المستحيل، حيث بطأوا شعاعا ضوئيا إلى سرعة خفيفة أمكن بعدها وضعه في قارورة. لا يبدو التقاط شعاع من الضوء في قارورة بهذه الصعوبة لو نظرت بعناية إلى كأس من الماء. مع دخول شعاع ضوئي إلى الماء، يتباطأ الشعاع، وينحني وهو يدخل الماء بزاوية. بالمثل، ينحني الضوء مع دخوله الزجاج، مما يجعل المقراب والمجهر ممكنين. يأتي سبب هذا كله من نظرية الكم.

فكر في بريد بوني السريع Pony Express القديم، الذي كان ينقل البريد في

القرن التاسع عشر في الغرب الأمريكي. يمكن لكل حصان أن يركض بين محطتي إرسال بسرعة عالية. لكن الاختناق كان عامل التأخير عند كل محطة، حيث يجب استبدال البريد والراكب والحصان. خفّض هذا من السرعة المتوسطة للبريد كثيرا. بالطريقة نفسها يسافر الضوء أيضا في الفراغ بين الذرات بسرعة الضوء، بنحو 186282 ميلا في الثانية. لكنه عندما يرتطم بذرات، يتباطأ ويمتص لفترة قصيرة، ثم يعاد إصداره من قبل الذرات ليمضي في طريقه بعد جزء من الثانية. هذا التأخير الطفيف مسؤول، في المتوسط، عن تباطؤ أشعة الضوء ظاهريا في كأس من الماء.

استغل علماء هارفارد هذه الظاهرة، آخذين حاوية من الغاز، ومبردين إياها بعناية إلى قرب الصفر المطلق. عند درجات حرارة التجمد هذه تمتص ذرات الغاز شعاعا من الضوء فترات أطول وأطول من الزمن قبل أن تعيد إصدارها. لذا فبزيادة عامل التأخير هذا، يمكنهم إبطاء سرعة شعاع الضوء حتى يتوقف. مازال الشعاع الضوئي ينتقل بسرعة الضوء بين ذرات الغاز، لكنه يمضي مقدارا متزايدا من الوقت ممتصا منها.

يثير هذا احتمال أن يفضّل الكائن الواعي البقاء على شكل طاقة بحتة، والتجوال في الفضاء كشبح تقريبا على شكل طاقة بحتة بدلا من التحكم في بديل.

إذن في المستقبل، عندما ترسل أشعة ليزرية تحتوي على مخططات أدمغتنا إلى النجوم، ربما تحوَّل إلى سحابة من الجزيئات الغازية ثم تعبأ ضمن قارورة. تشبه «قارورة الضوء» هذه كثيرا الحاسب الكمومي. فكل منهما يحتوي على مجموعة من الذرات التي تهتز بتناغم، حيث تكون الذرات متزامنة في الطور بعضها مع بعض. وكل منهما يمكنه القيام بحسابات معقدة أبعد من قدرة أي حاسوب عادي. لذا فإن حل مشاكل الحاسبات الكمومية ربما يعطينا أيضا القدرة على التحكم في «قوارير الضوء» هذه.

أسرع من الضوء

نرى إذن أن هذه المشاكل كلها هندسية. لا يوجد قانون في الفيزياء يمنع السفر على شعاع من الطاقة في القرن المقبل أو الذي يليه. لذا ربما كانت هذه أفضل طريقة لزيارة الكواكب والنجوم. وبدلا من الركوب على شعاع ضوئي، كما حلم بذلك الشعراء، سنصبح نحن الشعاع الضوئي نفسه.

لكي نستوعب حقا الرؤية التي عبرت عنها قصة الخيال العلمي لأسيموف، نحتاج إلى السؤال فيما إذا كان السفر بسرعة أكبر من سرعة الضوء بين المجرات ممكنا حقا. في قصته القصيرة وتتحرك كائنات ذات قدرات هائلة بحرية بين مجرات مفصولة بعضها عن بعض بملايين السنين الضوئية.

هل هذا ممكن؟ للجواب عن هذا السؤال علينا أن ندفع حدود فيزياء الكم الحديثة نفسها. في النهاية، ربما تقدم أشياء تدعى «الثقوب السوداء» طريقا مختصرا للسفر خلال الزمان والمكان الفسيحين. وسيكون للكائنات المصنوعة من طاقة بحتة، بدلا من المادة، ميزة حاسمة في المرور خلالها.

آينشتاين، بمعنى ما، مثل شرطي الحي الذي يقول لك إنك لا تستطيع السفر أسرع من الضوء، وهي السرعة القصوى في الكون. السفر عبر مجرة درب اللبانة على سبيل المثال يستغرق مائة ألف عام، حتى لو تم على شعاع ليزري. على الرغم من مرور لحظة فقط من الزمن بالنسبة إلى المسافر، فإن الزمن على الكوكب الأم تقدم مائة ألف عام. والعبور بين المجرات يتطلب ملايين إلى مليارات السنوات الضوئية.

لكن آينشتاين نفسه ترك ثغرة في عمله. في نظريته العامة في النسبية العام 1915، بيّن أن الجاذبية تنجم عن انحناء الزمان - مكان. ليست الجاذبية قوة «سحب» سرية غير مرئية، كما اعتقد نيوتن مرة، لكنها في الحقيقة قوة «دفع» ناجمة عن التفاف المكان نفسه حول جسم ما. لا يفسر هذا بذكاء انحناء أشعة النجوم التي تمر بالقرب من النجوم وتمدد الكون فقط، بل يترك الإمكانية مفتوحة لنسيج الزمان - مكان ليمتد حتى يتمزق.

في العام 1935 قدم آينشتاين وتلميذه نيثن روزن حلا بإمكانية أن يتصل ثقبان أسودان موجودان ظهرا لظهر، مثل توأم سيامي، بحيث إذا سقطت في ثقب أي منهما يمكنك، من حيث المبدأ، أن تعبر من الثقب الآخر. (تصور وصل قمعين عند طرفيهما. فالماء الذي يخرج من أحد القمعين يظهر من الآخر). هذا «الثقب الأسود»، الذي يدعى أيضا جسر آينشتاين - روزن، طرح إمكانية وجود ممرات أو بوابات بين الأكوان. نفى آينشتاين نفسه إمكانية المرور خلال ثقب أسود، لأنك ستتحطم في أثناء العملية، غير أن تطورات لاحقة عدة أبرزت إمكانية السفر بسرعة أسرع من الضوء عبر ثقب أسود.

أولا، في العام 1963 اكتشف رياضي يدعى روي كير أن الثقب الأسود الدوار لا ينهار إلى نقطة وحيدة، كما اعتقد سابقا، لكن إلى حلقة دوارة تدور بسرعة كبيرة جدا بحيث تمنع القوى النابذة من انهياره. لو سقطت خلال الحلقة، يمكنك العبور إلى الكون الآخر. ستكون قوى الجاذبية كبيرة جدا، لكنها ليست لامتناهية. سيكون هذا مثل مرآة أليس، حيث تمرر يدك خلال المرآة لتدخل كونا موازيا. ستكون حافة المرآة الحلقة المكونة للثقب الأسود نفسه. منذ اكتشاف كير، أظهر عدد من الحلول الأخرى لمعادلات آينشتاين أن باستطاعتك، من حيث المبدأ، أن تمر بين الأكوان من دون أن تتحطم فورا. وبما أن كل ثقب أسود يرى بعيدا جدا في الفضاء يدور بسرعة (بعضها يدور بمعدل 1 مليون ميل / الساعة) فهذا يعني أن هذه البوابات الكونية يمكن أن تكون شائعة.

في العام 1988 بيّن الفيزيائي الدكتور كيب ثورن من معهد كاليفورنيا للتقنية وزملاؤه أنه بكمية كافية من «الطاقة السالبة» Negative energy من الممكن تثبيت ثقب أسود بحيث يصبح الثقب الدودي «قابلا للانتقال ضمنه» (أي يمكنك العبور خلاله بحرية في الاتجاهين من دون أن تتحطم). ربما كانت الطاقة السالبة المادة الأغرب في الكون، لكنها توجد بالفعل ويمكن خلقها (بكميات ميكروسكوبية) في المختبر.

إذن لدينا هنا نموذج جديد. أولا، ستركز حضارة متقدمة كمية كافية من الطاقة الموجبة في نقطة واحدة، مقارنة مع ثقب أسود، لفتح ثقب خلال فضاء يصل بين نقطتين بعيدتين. ثانيا، ستراكم كمية كافية من الطاقة السالبة لإبقاء البوابة مفتوحة، بحيث تكون مستقرة، ولا تغلق في اللحظة التي تدخل فيها.

يمكننا الآن وضع هذه الفكرة في منظورها الصحيح. يجب أن يكون مسح خريطة الدماغ البشري بأكمله ممكنا بحلول أواخر هذا القرن. ويمكن تأسيس شبكة ليزرية بين الكواكب في أوائل القرن التالي، بحيث يمكن إرسال الوعي شعاعيا عبر النظام الشمسي. لن تكون هناك حاجة إلى قانون جديد في الفيزياء. الشبكة الليزرية التي تستطيع الانتقال بين النجوم عليها أن تنتظر حتى القرن الذي يليه. لكن على حضارة يمكنها اللعب بالثقوب الدودية أن تكون متقدمة تقنيا علينا بآلاف السنين، مادة حدود الفيزياء المعروفة.

لهذا كله إذن تأثيرات مباشرة فيما إذا كان الوعي يستطيع الانتقال بين الأكوان. لو أتت المادة قرب ثقب أسود، فستصبح الجاذبية شديدة جدا، بحيث يصبح جسمك مثل «السباغيتي». فالجاذبية ستشد قدمك بقوة أكبر من تلك التي تسحب رأسك، لذا سيمتد جسمك بقوى مد. في الحقيقة، بينما تقترب من الثقب الأسود، فإن ذرات جسمك ستمتد حتى تنتزع الإلكترونات من النواة مسببة تفكك ذراتك.

(لمعرفة شدة قوى المد انظر فقط إلى موجات المد في الأرض وحلقات زحل. تبذل جاذبية القمر والشمس قوة سحب على الأرض، مسببة ارتفاع المحيطات عدة أقدام خلال المد المرتفع. ولو جاء القمر قريبا جدا من كوكب عملاق مثل زحل، فسوف تمد قوى المد القمر، وفي النهاية سوف تمزقه. المسافة التي تتمزق عندها الأقمار بفعل قوى المد تدعى حد روش Roche. تقع حلقات زحل عند حد روش بالضبط، لذا فقد تكون نتجت من قمر تجول قريبا جدا من الكوكب الأم).

حتى لو دخلنا في ثقب أسود دوار، واستخدمنا الطاقة السالبة لتثبيته، فإن حقول الجاذبية ستبقى قوية جدا بحيث تحولنا إلى سباغيتي.

لكن هنا تكمن ميزة الأشعة الليزرية على المادة عند المرور من خلال ثقب دودي. فالشعاع الليزري لا مادي، لذا لا يمكن مده بقوى المد في أثناء مروره بالقرب من ثقب أسود. بدلا من ذلك، يصبح الضوء «منحازا للأزرق» (أي يكسب طاقة ويزداد تردده). حتى لو شوه الشعاع الليزري، فإن المعلومات المخزنة عليه سوف تبقى سليمة. على سبيل المثال، فإن رسالة بشفرة مورس محمولة على شعاع ليزري تصبح مضغوطة، لكن محتواها من المعلومات يبقى من دون تغيير. لا تتأثر المعلومات الرقمية بقوى المد. لذا فقوى الجاذبية التي قد تكون مميتة لكائنات مصنوعة من مادة، قد تكون بلا تأثير في كائنات تسافر على أشعة ضوئية.

بهذه الطريقة، فإن الوعي المحمول على شعاع ليزري يمتلك ميزة حاسمة على المادة في المرور عبر ثقب دودي، لأنه غير مادي.

للأشعة الليزرية ميزة أخرى على المادة عند العبور خلال ثقب دودي. وفق بعض الفيزيائيين فإن ثقبا دوديا ميكرويا، ربما بحجم ذرة، قد يكون خلقه أسهل. لن تستطيع المادة العبور عبر مثل هذا الثقب الدودي الصغير. لكن ليزرات أشعة إكس بطول موجة أصغر من ذرة قد تستطيع المرور خلاله بسهولة.

على الرغم من أن قصة أسيموف القصيرة الرائعة كانت من نسج الخيال، فإن المفارقة أن شبكة واسعة بين النجوم من المحطات الليزرية قد تكون موجودة بالفعل ضمن المجرة، ومع ذلك فنحن بدائيون جدا بحيث لا نشعر بها البتة. بالنسبة إلى حضارة تتقدمنا بآلاف السنين، فإن تقنية تحويل خرائط أدمغتهم إلى أرقام وإرسالها إلى النجوم هي بمنزلة لعب أطفال. في تلك الحالة، من المعقول أن ترسل كائنات ذكية مسبقا وعيها عبر شبكة واسعة من الأشعة الليزرية في المجرة. لا شيء نراقبه بأكثر مقاربنا وأقمارنا تقدما يهيئنا لاكتشاف مثل هذه الشبكة بين المجرات.

تأسف كارل ساغان مرة على إمكانية أننا قد نعيش في عالم محاط بحضارات غريبة وليست لدينا التقنية لنعرف ذلك.

ثم يأتي السؤال التالي: ماذا يدور في خلد كائن غريب؟

لو كنا سنصادف مثل هذه الحضارة المتقدمة، فما نوع الوعي الذي قد تمتلكه؟ ربما سيتوقف مصير الجنس البشري يوما ما على الإجابة عن هذا السؤال.

إن للعشاق والمجانين عقولا متهيجة...

المجنون والعاشق والشاعر

إنهم نتاج مخيلة محكمة .

وليام شكسبير

حلم ليلة في منتصف الصيف

9

حالات معدّلة من الوعي

كانت مجرد فتاة فلاحة جاهلة ادعت أنها تسمع أصواتا مباشرة من الله. لكن جان دارك نهضت من الخمول لتقود جيشا حقق انتصارات غيرت مسار الأمم، مما جعلها إحدى أكثر الشخصيات تراجيدية وإثارة وشهرة في التاريخ.

خلال فوضى حرب المائة عام، عندما دمرت القوات الإنجليزية شمال فرنسا، وكانت الملكية الفرنسية في حالة تقهقر، ادعت فتاة شابة من أورليان أن لديها تعليمات إلهية لقيادة جيش فرنسي إلى النصر. ولأنه لم يكن لديه ما يخسره فقد سمح لها شارل السابع بأن تقود بعض قواته. ولصدمة الجميع واستغرابهم، أحرزت سلسلة من الانتصارات على الإنجليز. انتشرت الأخبار بسرعة حول هذه الفتاة الشابة المثيرة. ومع كل انتصار بدأت شهرتها تنمو حتى أصبحت بطلة الشعب، جامعة الفرنسيين حولها. أحرزت

«بمعنى ما، إن الاكتئاب هو الثمن الذي ندفعه لنستطيع تمثيل المستقبل».

القوات الفرنسية، التي كانت سابقا على وشك الهزيمة، انتصارات حاسمة مهَّدت الطريق لتتويج الملك الجديد.

لكنها تعرضت للخيانة على رغم ذلك، وقُبض عليها من قبل الإنجليز. لقد أدركوا مقدار الخطر الذي تسببه لهم، لأنها أصبحت رمزا قويا للفرنسيين، وادَّعت التوجيه مباشرة من الله، لذا فقد حوكمت محاكمة صورية. وبعد استجواب مفصل، وجد أنها مذنبة بتهمة الهرطقة، وحُرقت على عمود وهي في سن التاسعة عشرة في العام 1431م.

في القرون التي تلت، أجريت مئات المحاولات لفهم هذه المراهقة الشهيرة. هل كانت نبية، قديسة، أو امرأة مجنونة؟ حاول العلماء في عهد أقرب استخدام علم النفس وعلم الأعصاب الحديثين لشرح حياة شخصيات تاريخية مثل جان دارك.

شكَّك البعض في إخلاصها حول ادعائها الإلهام الإلهي. لكن العديد من العلماء كتبوا أنها قد تكون عانت انفصام الشخصية، بما أنها كانت تسمع أصواتا. عارض آخرون هذه الحقيقة، لأن السجلات الباقية عن محاكمتها تظهر فتاة تتمتع بتفكير وخطاب عقلانيين. نصب الإنجليز لها العديد من الفخاخ اللاهوتية. سألوها على سبيل المثال عمَّا إذا كانت في رعاية الله، لو أنها أجابت بنعم فستكون عند ذلك مهرطقة، لأن لا أحد يعلم علم اليقين إن كان في رعاية الله، ولو أجابت بلا فقد اعترفت حينها بذنبها وأنها كانت مزيفة. كانت ستخسر في كلتا الحالتين.

بإجابة أثارت دهشة الحضور قالت «لو لم أكن كذلك، أرجو من الله أن يضعني تحت رعايته، ولو كنت كذلك، فأرجو من الله أن يبقيني فيها». كتب كاتب المحكمة في سجلاته «ذهل أولئك الذين كانوا يستجوبونها من هذا الجواب».

الحقيقة أن سجلات استجوابها كانت مميزة، بحيث وضع برنارد شو ترجمات حرفية لسجلات المحكمة في مسرحيته «القديسة جان».

في وقت أحدث ظهرت نظرية أخرى حول هذه المرأة غير العادية: ربما كانت تعاني حقا صرع الفص الصدغي. يعاني المرضى الذين لديهم هذه الحالة أحيانا بسبب النوبات، لكن بعضهم يختبر أيضا تأثيرا جانبيا غريبا ربما يسلِّط بعض الضوء على طبيعة العقائد البشرية. يعاني هؤلاء المرضى «فرط التديُّن»، ولا يستطيعون مقاومة الاعتقاد بأن روحا أو حضورا ما يقف خلف كل شيء. الحوادث العشوائية

ليست عشوائية، لكن لها معنى دينيا عميقا. خمَّن بعض علماء النفس أن عددا من الأنبياء في التاريخ ربما عانوا مرض صرع الفص الصدغي هذا، بما أنهم كانوا مقتنعين بأنهم يتكلمون مع الله(1). يقول عالم الأعصاب الدكتور ديفيد إيغلمان: «يبدو أن بعض أنبياء التاريخ وزعمائه عانوا صرع الفص الصدغي. خذ حالة جان دارك، الفتاة ذات الستة عشر ربيعا التي استطاعت تحويل مجرى حرب المائة عام، لأنها اعتقدت (وأقنعت بذلك الجنود الفرنسيين) أنها كانت تسمع أصواتا من القديس ميخائيل زعيم الملائكة، ومن القديسة كاثرين من الإسكندرية، والقديسة مارغرت، والقديس غابرييل».

لوحظ هذا التأثير الغريب منذ العام 1892، عندما أشارت كتب الأمراض العقلية إلى صلة بين «الحماس الديني» ومرض الصرع. وصف هذا المرض إكلينيكيا لأول مرة في العام 1975 من قبل عالم الأعصاب نورمان غيشويند من مستشفى بوسطن للمحاربين القدامى. لاحظ أن مرضى الصرع الذين يعانون سوء إطلاق كهربائي في فصوصهم الصدغية اليسرى، كانت لديهم على الأغلب خبرات دينية، وخمَّن أن العاصفة الكهربائية في الدماغ ربما كانت بطريقة ما السبب وراء تلك التعصبات الدينية.

يقدِّر الدكتور راما تشاندران أن ما بين 30 و40 في المائة من مرضى صرع الفص الصدغي الذين رآهم يعانون التدين المفرط. يلاحظ «أنه أحيانا على شكل إله شخصي[2]، وأحيانا شعور أكثر انتشارا بالاتحاد مع الكون. كل شيء يبدو مملوءا بالمعنى. سيقول المريض: أخيرا أرى سبب كل شيء. أنا أفهم الله حقا. أفهم موقعي في الكون – في المخطط الكوني»[3].

ويلاحظ أيضا أن الكثيرين من هؤلاء مقتنعون بعقائدهم ومتشبثون بها جدا. يقول: «أحار أحيانا فيما إذا كان مثل هؤلاء المرضى بصرع الفص الصدغي على صلة ببعد آخر من الحقيقة، بثقب دودي من نوع ما في الكون الموازي. لكنني لا أقول ذلك عادة لزملائي، وإلا شككوا في صحة عقلي». اختبر مرضى بصرع الفص الصدغي، وأكد أن لديهم تفاعلا عاطفيا قويا مع كلمة «الله» وليس مع كلمات حيادية. هذا يعني أن الصلة بين التدين المفرط وصرع الفص الصدغي حقيقي وليس مجرد مقولة شائعة.

يؤكد عالم النفس مايكل بيرسينغر أن نوعا من التحفيز الكهربائي للدماغ (يطلق عليه «التحفيز المغناطيسي للدماغ» TMS) يمكنه أن يحرك حالة الصرع هذه. إن صح ذلك، فهل من الممكن أن تغير الحقول المغناطيسية من معتقدات الفرد الدينية؟

في دراسات الدكتور بيرسينغر، يضع المريض خوذة على رأسه والتي تحوي جهازا يمكنه إرسال موجات مغناطيسية إلى أنحاء معينة من الدماغ. بعد ذلك، عندما تجري مقابلة المريض، يدَّعي غالبا أنه كان بحضرة روح عظيمة من نوع ما. يقول ديفيد بيلو في مقاله في «الساينتيفيك أمريكان»: «خلال دفقات التحريض مدة ثلاث دقائق، ترجم المرضى المعرضون لها هذا الإدراك للمقدس إلى لغتهم الدينية والثقافية الخاصة بهم – بقولهم إنه الله أو بوذا أو كائن خيِّر أو الكون العظيم»[4]. وبما أن هذا التأثير يمكن إعادته بحسب الطلب، فهو يشير إلى أن الدماغ مشكَّل بحيث يستجيب بطريقة ما للأحاسيس الدينية.

ذهب بعض العلماء إلى أبعد من هذا، وخمَّنوا أن هناك «جين الله»، الذي يهيئ الدماغ ليكون متدينا. بما أن معظم المجتمعات لديها دين من نوع ما، يبدو من المعقول أن قدرتنا على الاستجابة للمشاعر الدينية ربما تكون مبرمجة جينيا في جينومنا (في هذه الأثناء حاول بعض منظِّري التطور تفسير هذه الحقائق بادعاء أن الدين ساعد في زيادة فرص بقاء البشر الأوائل. ساعد الدين على ربط أفراد متنازعين في قبيلة متجانسة تعتنق أسطورة مشتركة، مما زاد من فرصها في البقاء على قيد الحياة).

هل يمكن لتجربة مثل تلك أن تزعزع المعتقدات الدينية لشخص ما؟ وهل يمكن لجهاز الرنين المغناطيسي أن يسجِّل نشاط الدماغ لشخص يمر بتجربة الصحوة الدينية؟

لاختبار هذه الأفكار[5]، جنَّد الدكتور ماريو بيورغارد من جامعة مونتريال مجموعة من خمس عشرة راهبة وافقن على وضع رؤوسهن في آلة MRI. للتأهل للتجربة، كان على معظمهن أن «تكون لديهن خبرة من الاتحاد الوثيق مع الله».

بالأصل، أمل الدكتور بيورغارد أن يكون للراهبات اتصال باطني بالله، يمكن بعدها تسجيله بواسطة ماسح MRI. لكن الدخول ضمن جهاز MRI حيث تحاط بأطنان من الملفات المغناطيسية من الأسلاك والأجهزة عالية التقنية، ليس وضعا مثاليا لخبرة دينية. كان أفضل ما يمكنهن فعله هو تحريض ذكريات لخبرات دينية سابقة «لا يمكنك استدعاء الله كما تشاء»، شرحت إحدى الراهبات.

كانت النتيجة النهائية مختلطة وغير حاسمة، لكن مناطق عدة من الدماغ لمعت بوضوح خلال التجربة:

- النواة المذنبة، التي تتعلق بالتعلم وربما الوقوع في الحب (ربما كانت الراهبات يشعرن بالحب غير المشروط لله؟).
- المنطقة العازلة (الإنسولا)، التي تضبط أحاسيس الجسم والعواطف الاجتماعية (ربما كانت الراهبات يشعرن بالقرب من الراهبات الأخريات وهن يتوسلن إلى الله).
- الفص الجداري، الذي يساعد في معالجة الوعي بالمكان (ربما شعرت الراهبات بأنهن في حضرة الله؟).

اعترف الدكتور بيورغارد بأن مناطق عديدة جدا من الدماغ نشطت، بتفسيرات ممكنة مختلفة جدا، بحيث لا يمكنه القول بالتأكيد فيما إذا كان من الممكن تحريض التدين المفرط. لكن كان من الواضح بالنسبة إليه أن مشاعر الراهبات الدينية انعكست في مسوحات أدمغتهن.

لكن هل زعزعت هذه التجربة إيمان الراهبات بالله؟ لا. في الواقع، استنتجت الراهبات أن الله وضع هذا «الراديو» في الدماغ كي نستطيع التواصل معه.

كان استنتاجهن أن الله خلق البشر ليمتلكوا تلك القدرة، لذا يمتلك الدماغ هوائيا إلهيا أُعطي لنا لكي نشعر بحضوره. يستنتج ديفيد بييلو من ذلك: «على الرغم من أن الملحدين يحاججون بأن العثور على روحانية في الدماغ يوحي بأن الدين ليس سوى وهم مقدس، فإن الراهبات كن مسرورات بمسوحات أدمغتهن لسبب معاكس تماما: يبدو أنها قدمت لهن تأكيدا على تفاعل الله معهن»[6]. استنتج الدكتور بيورغارد: «لو كنتَ ملحدا وتعيش نوعا معينا من الخبرة، فسوف تعزوها إلى عظمة الكون. ولو كنت مسيحيا فسوف تربط ذلك بالله. من يدري. ربما كانا الشيء نفسه»[7].

وبالمثل وضع الدكتور ريتشارد دوكينز، وهو عالم أحياء في جامعة أكسفورد وملحد مشهور، رأسه في خوذة مشابهة لمعرفة ما إذا كانت معتقداته الدينية ستتغير. ولم تتغير.

في الخلاصة، على رغم أن التدين المفرط قد يحرَّض بواسطة صرع الفص الصدغي وحتى بحقول مغناطيسية، فإنه ليس هناك دليل مقنع على أن بإمكان الحقول المغناطيسية تغيير آراء الشخص الدينية.

المرض العقلي

لكن هناك حالة مغايرة من الوعي تؤدي إلى معاناة كبيرة للشخص الذي يختبرها ولعائلته، وهي المرض العقلي. هل يمكن لمسوحات الدماغ والتقنية العالية أن تظهر مصدر هذا المرض، وأن تؤدي ربما إلى علاجه؟ لو حصل هذا فسيمكن التخلص من أحد أكبر مصادر المعاناة البشرية.

على سبيل المثال، خلال التاريخ كانت طرق معالجة الفصام وحشية وبدائية. يعاني مرضى هذا الاضطراب العقلي المقعد، الذي يصيب 1 في المائة من السكان، سماع أصوات متخيلة ويعانون أوهاما مرعبة وتفكيرا مختلا. خلال التاريخ، اعتبر هؤلاء «متلبسين» بالشيطان، وعوقبوا نتيجة لذلك أو قُتلوا أو سُجنوا. تشير الروايات القوطية أحيانا إلى القريب المجنون الذي يعيش في عتمة غرفة مخبأة أو في قبو. حتى الإنجيل يذكر حادثة مصادفة المسيح لشيطانين. رجا الشيطانان المسيح أن يسوقهما إلى قطيع من الخنازير. قال «اذهبا إذن». وعندما دخل الشيطانان حظيرة الخنازير، اندفع القطيع بأكمله إلى الحافة، وغرق في البحر.

حتى اليوم، لانزال نرى أناسا بأعراض كلاسيكية للفصام يتجوَّلون ويجادلون أنفسهم. عادة ما تظهر المؤشرات الأولى في أواخر سن المراهقة بالنسبة إلى الرجال، أو أوائل العشرينيات بالنسبة إلى النساء. يعيش بعض مرضى الفصام حياة عادية، وحتى إنهم يحققون إنجازات عظيمة، قبل أن تسيطر الأصوات عليهم. أشهر هذه الحالات هي لـ جون ناش حامل جائزة نوبل في الاقتصاد العام 1994، والذي مثل راسل كرو دوره في فيلم «عقل جميل» A Beautiful Mind. في العشرينيات من العمر، أجرى ناش عملا رائدا في الاقتصاد وفي نظرية الألعاب والرياضيات البحتة في جامعة برنستون. كتب أحد مشرفيه رسالة توصية له تتضمن سطرا واحدا: «هذا الرجل عبقري». ومن الجدير بالملاحظة أنه كان قادرا على الأداء بمستوى عقلي عالٍ حتى وهو تحت سيطرة الأوهام. في النهاية، أُدخل إلى المستشفى بعد انهيار عصبي في سن الحادية والثلاثين، وقضى سنوات عديدة في المصحات، أو متجولا حول العالم، خائفا من أن يقتله عملاء شيوعيون.

في الوقت الحالي لا توجد طريقة دقيقة مقبولة عالميا لتشخيص المرض العقلي. هناك أمل مع ذلك في أن يستخدم العلماء يوما ما مسوحات الدماغ والأجهزة عالية

التقنية لصنع أدوات تشخيص دقيقة. لذا كان التقدم في معالجة الأمراض العقلية بطيئا بشكل مؤسف. بعد قرون من المعاناة حصل ضحايا مرض انفصام الشخصية على أول إشارة مريحة لهم، عندما عثر بالمصادفة في الخمسينيات على عقاقير مضادة للذهان، مثل الثورازين thorazine، يمكنها التحكم في الأصوات التي تلاحق المرضى العقليين أو التخلص منها أحيانا.

يعتقد أن هذه الأدوية تعمل على التحكم في مستوى ناقلات عصبية معينة، كالدوبامين. وبشكل خاص، تقول النظرية، إن هذه الأدوية تعيق عمل متلقيات D2 لخلايا عصبية معينة، وبالتالي تخفِّض مستوى الدوبامين (تفسر هذه النظرية، بأن الهلوسة تنتج جزئيا من زيادة مستوى الدوبامين في الجهاز الحوفي والقشرة أمام الجبهية، أيضا لماذا يختبر الناس الذين يتناولون الأمفيتامين هلوسات مماثلة).

ولأن الدوبامين ضروري جدا لمشبكات الدماغ، فإنه قد يسبب اضطرابات أخرى أيضا. ترى إحدى النظريات أن مرض باركنسون يهيَّج بافتقار المشبكات إلى الدوبامين، بينما يمكن إطلاق متلازمة توريت Tourett بزيادته[8] (يعاني المرضى باضطراب توريت بسبب تقلصات وحركات وجه غير عادية. يتفوه قلة منهم بشكل لا إرادي بكلمات بذيئة، ويبدون ملاحظات مسيئة ومنحطة).

منذ وقت أقرب ركز العلماء على متهم محتمل آخر: مستويات غير عادية من الغلوتامات في الدماغ. أحد الأسباب للاعتقاد أن هذه المستويات متورطة هو أن الـ PCP (أو غبار الملائكة) يخلق هلوسات مماثلة لتلك التي يعانيها مرضى انفصام الشخصية بسد متلقي غلوتاميت يدعى NMDA. يُظهر الكلوزابين، وهو عقار جديد نسبيا لمرض انفصام الشخصية يحرِّض إنتاج الغلوتاميت، وعدا كبيرا.

مع ذلك لا تعالج هذه الأدوية المضادة للذهان الحالات كلها. في 20 في المائة من الحالات توقف مثل هذه الأدوية الأعراض كلها. ويجد نحو الثلثين بعض الراحة من أعراضهم، لكن البقية لا يتأثرون بها ألبتة (بحسب إحدى النظريات، تقلد الأدوية المضادة للذهان مادة كيميائية طبيعية مفقودة في أدمغة مرضى الفصام، لكنها ليست نسخة مطابقة تماما لها. لذا على المريض أن يجرِّب أنواعا مختلفة من هذه الأدوية بالتجربة والخطأ. أكثر من ذلك، يمكن أن تكون لهذه الأدوية تأثيرات جانبية، لذا يتوقف مرضى الفصام غالبا عن تناولها، ويعانون عودة المرض إليهم).

أخيرا، ساعدت مسوحات الدماغ لمرضى الفصام، والتي أخذت بينما كانوا يعانون هلوسات صوتية، في تفسير هذا الاضطراب القديم. على سبيل المثال، عندما نتحدث بصمت مع أنفسنا، تلمع مناطق معينة من الدماغ على مسوحات MRI، خصوصا في الفص الصدغي (كما في منطقة فيرنيك). عندما يسمع مريض بالفصام أصواتا، تلمع المناطق نفسها من الدماغ. يعمل الدماغ بجد لبناء قصة متسقة، لذا يحاول مرضى الفصام أن يفهموا هذه الأصوات غير المرخصة معتقدين أنها تصدر من مصادر غريبة، مثل رجال من المريخ يرسلون أفكارهم سرا إلى أدمغتهم. يكتب الدكتور مايكل سويني من جامعة أوهايو: «العصبونات الموصولة للإحساس بالصوت تطلق من تلقاء ذاتها، مثل قطع قماش مبللة بالبنزين تشتعل تلقائيا في مرآب حار معتم. وفي غياب مناظر وأصوات في البيئة المحيطة، يخلق دماغ مريض الفصام وهما قويا عن الحقيقة»[9].

بشكل ملحوظ، تبدو هذه الأصوات صادرة عن مصدر ثالث، غالبا ما يعطي المريض أوامر عادية، لكنها في بعض الأحيان عنيفة. في هذه الأثناء تعمل مراكز التمثيل في القشرة الجبهوية مثل ملاح آلي، بحيث إن وعي مريض الانفصام يجري عمليات التمثيل نفسها كما نفعل جميعنا، عدا أنها تحدث من دون إذنه. يتكلم الشخص حرفيا مع نفسه من دون أن يعلم.

الهلوسات

يولد العقل دوما هلوسات خاصة به، لكنه في معظم الأحيان يتحكَّم فيها بسهولة. على سبيل المثال، نرى صورا غير موجودة، أو نسمع أصواتا زائفة. لذا فالقشرة الحزامية الأمامية ضرورية لتمييز الحقيقي من المصطنع. يساعدنا هذا الجزء من الدماغ على التمييز بين المحرضات الخارجية، وتلك التي يولِّدها العقل نفسه.

لكن بالنسبة إلى مرضى الفصام من المعتقد أن هذا النظام مخرِّب، بحيث لا يستطيع الشخص التمييز بين الأصوات الحقيقية والخيالية. (القشرة الحزامية الأمامية ضرورية، لأنها تقع في موقع إستراتيجي بين القشرة أمام الجبهية والجهاز الحوفي. الصلة بين هاتين المنطقتين هي الأهم في الدماغ، لأن إحدى المنطقتين تتحكم في التفكير العقلاني، والأخرى في العواطف).

يمكن إلى حد ما خلق الهلوسات وفق الطلب. تحدث الهلوسات بصورة طبيعية

لو وضعت شخصا في غرفة مظلمة جدا أو في غرفة منعزلة أو في بيئة مخيفة بأصوات غريبة. هذه أمثلة «للعب عيوننا خدعا علينا». في الحقيقة، يخدع الدماغ نفسه بحيث يخلق داخليا صورا مزيفة، محاولا تفسير العالم حوله وتمييز التهديدات. يدعى هذا التأثير «الباريدوليا» pareidolia. في كل مرة ننظر فيها إلى الغيوم في السماء، نرى صورا لحيوانات وأناس أو حتى شخصياتنا الكرتونية المفضلة. ليس لدينا خيار. إن دماغنا مبرمج على فعل ذلك.

بمعنى ما، فإن الصور التي نراها كلها، الحقيقية منها والزائفة، هي هلوسات، لأن الدماغ يخلق باستمرار صورا زائفة «لملء الثغرات». كما رأينا، حتى الصور الحقيقية هي مصطنعة جزئيا. لكن في المرضى العقليين، قد تكون مناطق من الدماغ كالقشرة الحزامية الأمامية معطوبة، لذا يخلط العقل الحقيقة بالخيال.

العقل المهووس

اضطراب آخر يمكن للعقاقير أن تستخدم فيه لمعالجة العقل هو اضطراب الوسواس القهري OCD. كما رأينا مسبقا، يشمل الوعي الإنساني التوفيق بين عدد من آليات التغذية الراجعة. لكن آليات التغذية الراجعة تعلق في بعض الأحيان على وضع «التشغيل».

يعاني واحد من كل 40 أمريكيا مرض الوسواس القهري. بعض الحالات طفيفة، كأن يعود الشخص إلى البيت باستمرار ليتأكد من إغلاق الباب. عانى المفتش أدريان مونك في البرنامج التلفزيوني «مونك» Monk من حالة خفيفة من الوسواس القهري. لكن الـ OCD يمكن أيضا أن يكون قويا جدا بحيث يفرك الناس جلودهم أو يغسلونها بحيث تخدش أو تدمى. عرف عن بعض الناس المصابين بالوسواس القهري OCD بتكرار تصرفات مهووسة لساعات، مما يجعل من الصعب عليهم الاحتفاظ بوظيفة أو عائلة.

مثل هذه الأنواع من التصرفات اللاإرادية مفيدة لنا عادة إذا تمت باعتدال، لأنها تساعدنا في البقاء نظيفين وأصحاء وآمنين. وهذا هو السبب في أننا طورنا هذه التصرفات في المقام الأول. لكن الشخص المصاب بالوسواس القهري لا يمكنه وقف هذه التصرفات، وقد يتطور الأمر ليخرج عن نطاق سيطرته.

تظهر مسوحات الدماغ الآن آلية حدوث هذا المرض. إنها تظهر توقف ثلاث مناطق على الأقل من الدماغ التي تساعدنا عادة في البقاء أصحاء عند حلقة تغذية راجعة. أولا، تعمل القشرة الجبهية الحجاجية المحيطية التي رأيناها في الفصل الأول كمختبر للحقيقة لتؤكد أننا أغلقنا الباب بإحكام وغسلنا أيدينا. إنها تقول لنا: «شيء ما خطأ». ثانيا، تتحكم النواة المذنبة الموجودة في العقد القاعدية في أنشطة التعلم الآلية. إنها تخبر الجسم «أن يفعل شيئا». وأخيرا، لدينا القشرة الحزامية، التي تسجل العواطف الواعية، بما في ذلك الانزعاج. إنها تقول «لاأزال أشعر بالانزعاج».

حاول بروفيسور علم النفس جيفري شفارتز من جامعة كاليفورنيا - لوس أنجلوس UCLA أن يجمع هذا كله بعضه مع بعض ليفسر كيف يخرج الوسواس القهري عن السيطرة. تخيل أن لديك رغبة في غسل يديك. تدرك القشرة الجبهية الحجاجية أن هناك خطأ ما، وأن يديك قذرتان. تدخل النواة المذنبة على الخط وتجعلك تغسل يديك آليا. ثم تسجل القشرة الحزامية شعور الرضا بنظافة يديك.

لكن بالنسبة إلى المصاب بالوسواس القهري تتغير هذه الدارة. فحتى بعد أن يلاحظ أن يديه وسختان ويغسلهما، يبقى لديه شعور مزعج بأن شيئا ما خطأ، وأنهما لاتزالان وسختين. لذا فهو يعلق في دارة تغذية راجعة لا تتوقف.

في الستينيات (من القرن العشرين) بدأ العقار هيدروكلور الكلومبيبرامين يعطي مرضى الوسواس القهري بعض الراحة. ترفع هذه الأدوية وغيرها التي طورت منذ ذلك الوقت مستويات الناقل العصبي سيروتونين في الجسم. ويمكنها إنقاص أعراض الوسواس القهري بنحو 60 في المائة في التجارب الإكلينيكية. يقول الدكتور شفارتز: «يعمل الدماغ ما يعمله، لكن يجب ألا تدعه يتحكم فيك»[10]. هذه العقاقير بالتأكيد ليست علاجا، لكنها جلبت بعض الراحة لمرضى الوسواس القهري.

الاضطراب ثنائي القطب

نوع آخر شائع من المرض العقلي هو الاضطراب ثنائي القطب، حيث يعاني الشخص نوبات عنيفة من التفاؤل الزائف الواسع يتبعه انهيار ثم فترات من

الاكتئاب العميق. يبدو أن الاضطراب ثنائي القطب متوارث في العائلات، وللغرابة يصيب غالبا الفنانين الذين ربما أنجزوا أعمالهم الفنية العظيمة خلال نوبات من النشاط والتفاؤل. هناك قائمة من المبدعين الذين أُصيبوا باضطراب ثنائي القطب تضم مشاهير في هوليوود وموسيقيين وفنانين ومؤلفين. على الرغم من أن عقار الليثيوم يبدو أنه يتحكم في العديد من أعراض الاضطراب ثنائي القطب، فإن الأسباب ليست واضحة تماما.

تذكر إحدى النظريات أن الاضطراب ثنائي القطب ناجم عن عدم التوازن بين نصفي كرة الدماغ الأيمن والأيسر. ويشير الدكتور مايكل سويني إلى أن «مسوحات الدماغ قادت الباحثين إلى عزو العواطف السلبية عموما كالحزن إلى النصف الأيمن والإيجابية كالفرح إلى النصف الأيسر. لنحو قرن على الأقل لاحظ علماء الأعصاب وجود رابطة بين العطب في الدماغ الأيسر والمزاج السلبي، بما في ذلك الاكتئاب والبكاء اللاإرادي. لكن العطل في النصف الأيمن ارتبط بمجموعة عريضة من العواطف الإيجابية»[11].

لذا يميل النصف الأيسر، التحليلي، الذي يتحكم في اللغة، إلى أن يصاب بالهوس لو تُرك لحاله. النصف الأيمن، على العكس من ذلك، شمولي ويميل إلى إيقاف هذا الهوس. يكتب الدكتور راماتشاندران: «لو ترك النصف الأيسر من دون ضبط فمن المحتمل أن يجعل الشخص مُوسوِسا أو متوهما. لذا يبدو من المعقول اقتراح وجود «محامي الشيطان» في النصف الأيمن يسمح «لك بتبني فكرة مستقلة وموضوعية عن نفسك»[12].

إذا كان الوعي الإنساني يشمل تمثيل المستقبل، فعليه أن يحسب نواتج الحوادث في المستقبل باحتمالات معينة. لذا فهو يحتاج إلى توازن دقيق بين التفاؤل والتشاؤم لتقدير احتمالات النجاح أو الفشل لمسارات معينة من العمل.

لكن بمعنى ما، فإن الاكتئاب هو الثمن الذي ندفعه لنستطيع تمثيل المستقبل. يمتلك وعينا القدرة على استحضار أصناف من المآلات المروعة للمستقبل، ولذا فهو على علم بالأشياء السيئة كلها التي يمكن أن تحدث حتى لو كانت غير حقيقية.

من الصعب تأكيد العديد من هذه النظريات، لأن مسوحات الدماغ للمصابين بالاكتئاب السريري تشير إلى إصابة العديد من مناطق الدماغ. من الصعب تحديد مصدر المشكلة، لكن بين المكتئبين سريريا، فإن النشاط في الفصين الجداري والصدغي

يبدو مكبوتا، مما يؤشر ربما إلى أن الشخص منعزل عن العالم الخارجي، ويعيش في عالمه الداخلي الخاص. يبدو أن القشرة البطنية الأنسية ventromedial تؤدي دورا مهما. من الواضح أن هذه المنطقة تخلق الشعور بأن هناك إحساسا بمعنى العالم وشموليته، بحيث يبدو أن لكل شيء هدفا. يمكن للنشاط الزائد في هذه المنطقة أن يسبب الهوس، حيث يعتقد الناس أنهم عاجزون. وترتبط قلة النشاط في هذه المنطقة بالاكتئاب وشعور بأن الحياة لا معنى لها[13]. لذا قد يكون العطب في هذه المنطقة مسؤولا عن بعض التقلبات في المزاج.

نظرية الوعي والمرض العقلي

إذن كيف تنطبق نظرية الزمكان للوعي على المرض العقلي؟ هل يمكن لها أن تعطينا رؤية أعمق لهذا الاضطراب؟ كما ذكرنا سابقا، نعرف الوعي الإنساني بعملية خلق نموذج عن عالمنا من حيث الزمان والمكان (خصوصا المستقبل) بتقدير عدد من دارات التغذية الراجعة بعوامل مختلفة من أجل تحقيق هدف ما.

اقترحنا أن الوظيفة الرئيسة للوعي البشري هي تمثيل المستقبل، لكن هذا ليس مهمة سهلة. يحقق الدماغ هذا باختبار دارات التغذية الراجعة هذه والموازنة بينها. على سبيل المثال، يحاول مدير ماهر في اجتماع لمجلس الإدارة أن يعرض الخلاف بين الأعضاء ويقوي نقاط التنافس في الرأي من أجل البحث في الحجج المختلفة واتخاذ القرار النهائي. بالطريقة نفسها تقوم مناطق مختلفة من الدماغ بتقديرات متباعدة عن المستقبل ثم تعطيها للقشرة الظهرانية أمام الجبهية التي تقوم بعمل مدير للدماغ. تقيَّم هذه التقديرات المتنافسة بعد ذلك، وتُبحث حتى يُتخذ قرار متوازن نهائي.

يمكننا الآن تطبيق نظرية الزمكان للوعي لتعطينا تعريفا لمعظم أنواع الأمراض النفسية:

> *ينتج المرض العقلي إلى حد بعيد من تعطيل نظام الضوابط والموازين الدقيق بين دارات تغذية راجعة متنافسة تمثل المستقبل (عادة لأن منطقة ما من الدماغ مفرطة النشاط أو منخفضته).*

ولأن مدير العقل (القشرة الظهرانية أمام الجبهية) لم تعد لديه تقديرات متوازنة للحقائق، بسبب هذا الخلل في دارات التغذية الراجعة، فإنه يخلص إلى استنتاجات

غريبة، ويتصرف بطرق شاذة. ميزة هذه النظرية هي أنها قابلة للاختبار. على المرء أن يجري مسوحات MRI لدماغ شخص مريض عقليا وهو يظهر تصرفا خاطئا، وتقييم عمل دارات التغذية الراجعة لديه، ومقارنتها بمسوحات MRI للأشخاص العاديين. لو أن هذه النظرية صحيحة، فإن التصرف المختل (مثل سماع أصوات أو الهوس) يمكن تتبعه رجوعا إلى عطل في عمل الضوابط والموازين بين دارات التغذية الراجعة. ويمكن نقض النظرية لو أن هذا التصرف المختل مستقل تماما عن التفاعل بين هذه المناطق من الدماغ.

بوجود هذه النظرية الجديدة حول المرض العقلي، يمكننا الآن تطبيقها على أنواع مختلفة من الاضطرابات العقلية، ملخصين النقاش السابق وفق هذا الضوء الجديد.

رأينا مسبقا أن التصرف المهووس للناس الذين يعانون الوسواس القهري يبرز ربما عندما يختل نظام الضوابط والموازين في عدد من دارات التغذية الراجعة وتوازناتها: يسجل أحدها وجود خطأ، وينفذ الآخر التصحيح، ويشير ثالث إلى أن المشكلة حلت. يمكن أن يسبب فشل الضوابط والموازين ضمن هذه الحلقة إلى وضع الدماغ في دارة مغلقة، بحيث لا يؤمن العقل مطلقا بأن المشكلة قد حلت.

ربما تنشأ الأصوات التي يسمعها مريض الفصام عندما لا توازن عدد من دارات التغذية الراجعة بعضها بعضا. تسبب إحدى دارات التغذية الراجعة أصواتا فائضة في القشرة الصدغية (أي، يتكلم الدماغ مع نفسه). تختبر الهلوسات الصوتية والبصرية غالبا من قبل القشرة الحزامية الأمامية، بحيث يمكن لشخص عادي أن يميز بين الأصوات الحقيقية والخيالية. لكن إذا لم تعمل هذه المنطقة من الدماغ بشكل صحيح، يغرق الدماغ بأصوات هائمة يعتقد أنها حقيقية. يمكن لهذا أن يسبب مرض الفصام.

بالمثل، ربما يمكن تقفي تذبذبات الهوس – الاكتئاب لشخص مصاب بالاضطراب ثنائي القطب إلى خلل في التوازن بين نصفي الدماغ الأيمن والأيسر. يصبح التفاعل الضروري بين التقديرات المتفائلة والمتشائمة غير متوازن، ويتذبذب الشخص كثيرا بين هاتين الحالتين المتباعدتين.

يمكن النظر إلى البارانويا أو الرهاب تحت هذا الضوء أيضا. فهو ينتج من عدم توازن بين اللوزة الدماغية (التي تسجل الخوف وتضخم التهديدات) والقشرة أمام الجبهية التي تقيِّم هذه التهديدات، وتضعها في المنظور الصحيح.

يجب أن نؤكد أيضا أن التطور أعطانا دارات التغذية الراجعة هذه لسبب: لتحمينا. فهي تحفظنا أصحاء ونظيفين وعلى اتصال بالمجتمع. تحدث المشكلة عندما يختل التفاعل الحركي بين دارات تغذية راجعة متعاكسة.

يمكن تلخيص هذه النظرية تقريبا كما يلي:

المرض العقلي الرهاب (البارانويا) **دارة تغذية راجعة # 1** الإحساس بتهديد **دارة تغذية راجعة # 2** حسم التهديد **منطقة الدماغ المتأثرة** اللوزة / الفص أمام الجبهي	**المرض العقلي** الاضطراب ثنائي القطب **دارة تغذية راجعة # 1** تفاؤل **دارة تغذية راجعة # 2** تشاؤم **منطقة الدماغ المتأثرة** النصف الأيسر/ الأيمن من الدماغ
المرض العقلي الفصام **دارة تغذية راجعة # 1** خلق أصوات **دارة تغذية راجعة # 2** حسم الأصوات **منطقة الدماغ المتأثرة** الفص الصدغي الأيسر/ القشرة الحزامية الأمامية	**المرض العقلي** الوسواس القهري **دارة التغذية الراجعة # 1** القلق **دارة التغذية الراجعة #2** الرضا **منطقة الدماغ المصابة** القشرة الجبهية الحجاجية/ النواة المذنبة / القشرة الحزامية

بحسب نظرية الزمكان للوعي، يتمثل العديد من الأمراض العقلية بخلل في الضوابط والموازنات لدارات تغذية راجعة متناقضة في الدماغ تمثل المستقبل. تميز مسوحات الدماغ تدريجيا تلك المناطق. سيُظهر فهم أشمل للمرض العقلي من دون شك علاقة عدد أكبر من مناطق الدماغ هذا مجرد مخطط أولي.

التحفيز العميق للدماغ

على الرغم من أن نظرية الزمكان للوعي ربما تعطينا فكرة عن أصل المرض العقلي، فإنها لا تخبرنا كيف نخلق علاجات جديدة.

كيف سيتعامل العلم مع المرض العقلي في المستقبل؟ من الصعب التنبؤ بهذا الأمر، لأننا ندرك الآن أن المرض العقلي ليس صنفا واحدا، لكنه طيف كامل من الأمراض التي يمكن أن تصيب العقل بعدد محير من الطرق. الأكثر من ذلك، فإن علم المرض العقلي مازال في بداياته، وهناك مجالات واسعة لم تُختبَر أو تُسرَح حتى الآن.

لكن هناك طريقة جديدة تُختبر الآن لمعالجة الألم المتواصل للناس الذين يعانون أحد أشهر أشكال الاضطراب العقلي وأكثرها تشبثا، الاكتئاب، الذي يصيب عشرين مليونا من الناس في الولايات المتحدة. يعاني 10 في المائة منهم نوعا من الاكتئاب غير القابل للعلاج، نوعا قاوم التطورات الطبية كلها[14]. إحدى الطرق الواعدة والمباشرة لمعالجته تتمثل في غرس مجسات في أعماق مناطق محددة من الدماغ.

اكتشفت الدكتورة هيلين ميبرغ وزملاؤها مفتاحا لهذا الاضطراب حين كانت تجري بحوثا في المدرسة الطبية في جامعة واشنطن. باستخدام مسوحات الدماغ، ميزت منطقة من الدماغ تدعى منطقة برودمان 25 (تدعى أيضا منطقة الحزام تحت الثفني subcallosal cingulate) في القشرة الدماغية التي تكون باستمرار فائقة النشاط في الأفراد المصابين بالاكتئاب الذين لم تفلح معهم الأشكال الأخرى من العلاج جميعها.

استخدم هؤلاء العلماء التحفيز العميق للدماغ DBS في تلك المنطقة بحشر مجس صغير في الدماغ، وتطبيق صدمة كهربائية، تماما كما في جهاز تنظيم القلب. كان نجاح DBS مذهلا في معالجة اضطرابات مختلفة. في العقد الماضي، استخدم التحفيز العميق للدماغ DBS على أربعين ألف مريض بأمراض تتعلق بالتحريك، مثل الباركنسون والصرع، والتي تسبب حركات لا إرادية للجسم. أفاد ما بين 60 في المائة و100 في المائة من المرضى بحدوث تحسن مهم في التحكم بأيديهم المهتزة. يُطبق أكثر من 250 مستشفى في الولايات المتحدة وحدها اليوم التحفيز العميق للدماغ.

لكن خطرت للدكتورة ميبرغ فكرة تطبيق التحفيز العميق للدماغ على منطقة برودمان 25 مباشرة لمعالجة الاكتئاب أيضا. عالج فريقها اثني عشر مريضا مصابين

بالاكتئاب السريري، ولم يُظهروا أي تحسن بعد معالجة مديدة بالعقاقير والعلاج النفسي والعلاج بالصدمة الكهربائية.

اكتشفوا أن ثمانية من المرضى المصابين بالاكتئاب السريري تحسنوا مباشرة. كان نجاح الفريق مذهلا بحيث إن فرقا أخرى سارعت إلى استنساخ تلك النتائج، وتطبيق التحفيز العميق للدماغ على اضطرابات عقلية أخرى. في الوقت الحالي يطبق التحفيز العميق للدماغ DBS على خمسة وثلاثين مريضا في جامعة إيموري، وثلاثين في مؤسسات أخرى.

تقول الدكتورة ميبرغ: «في المرحلة الأولى ربط الاكتئاب بالعلاج النفسي - يناقش الناس هنا من هو المخطئ. في المرحلة الثانية كانت الفكرة هي أن هناك عدم توازن كيميائيا. نحن الآن في المرحلة الثالثة من فهم الاكتئاب. والمثير لاهتمام الجميع هو أنه بتحليل خلل معقد في السلوك إلى عناصره، تتولد لديك طريقة جديدة للتفكير فيه»[15].

على الرغم من نجاح التحفيز العميق للدماغ الظاهر في معالجة الأفراد المكتئبين، فإن هناك حاجة إلى مزيد من البحث. أولا، ليس من الواضح سبب نجاح التحفيز العميق للدماغ. من المعتقد أنه يدمّر المناطق المفرطة النشاط في الدماغ أو يعيق عملها (كما في باركنسون ومنطقة برودمان 25). وبالتالي هو فعّال فقط ضد أمراض ناجمة عن النشاط المفرط. وثانيا، هناك حاجة إلى تحسين دقة هذه الأداة. على الرغم من أن هذه المعالجة استخدمت لأنواع مختلفة من أمراض الدماغ، مثل ألم الأطراف الوهمي (عندما يشعر الشخص بالألم من عضو مقطوع)، متلازمة توريت Tourette واضطراب الوسواس القهري، فإن القطب المدسوس في الدماغ ليس دقيقا، وبالتالي يؤثر في عدة ملايين من العصبونات بدلا من التأثير في الحفنة مصدر المشكلة.

الزمن وحده كفيل بتحسين فاعلية هذا العلاج. باستخدام تقنية الميمس MEMS(*) يمكن للمرء أن يصنع أقطابا ميكروية قادرة على تحفيز عدد معين من العصبونات فقط في وقت محدد. ربما تصنع التقنية النانوية أيضا مجسات عصبية نانوية بثخن جزيء واحد، كما في الأنابيب الكربونية النانوية. ومع ازدياد حساسية

(*) النظم الكهروميكانيكية الصغرى micro-electro-mechanical systems.

أجهزة الرنين المغناطيسي MRI، لا بد أن تصبح قدرتنا على توجيه هذه الأقطاب إلى مناطق أكثر تحديدا من الدماغ أكثر دقة.

الاستيقاظ من الغيبوبة

تفرّع التحفيز العميق للدماغ إلى مسارات عديدة مختلفة من البحث العلمي، بما في ذلك إلى تأثير جانبي مفيد وهو: زيادة عدد خلايا الذاكرة ضمن الحصين. لكن التطبيق الآخر كان إنعاش بعض الأفراد من حالة الغيبوبة.

تمثل الغيبوبة ربما أحد أكثر أشكال الوعي إثارة للجدل. وغالبا ما تحتل العناوين العريضة في الصحف. أثارت حالة تيري شيافو على سبيل المثال اهتمام الجمهور. بسبب أزمة قلبية، عانت شيافو من نقص الأكسجين الذي سبب عطبا دماغيا. نتيجة لذلك دخلت في غيبوبة العام 1990. أراد زوجها، بموافقة الأطباء، أن يمنحها كرامة الموت بسلام. لكن عائلتها قالت إن هذا يؤدي إلى موت شخص مازالت لديه بعض الاستجابات للمحفزات، ويمكنه أن يتعافى بمعجزة يوما ما. وأشاروا إلى حالات مثيرة في الماضي استعاد فيها مرضى الغيبوبة الوعي فجأة بعد سنوات من الحالة الإنباتية.

استخدمت مسوحات الدماغ لتسوية هذه القضية. في العام 2003 استنتج معظم علماء الأعصاب الذين فحصوا المسوحات المقطعية CAT لدماغ شيافو أن العطل قوي جدا بحيث إنها لن تتعافى نهائيا، وأنها ستبقى في حالة إنباتية دائمة PVS. بعد وفاتها العام 2005، أثبت تشريح الجثة هذه النتائج – لم تكن هناك أي فرصة للتعافي.

مع ذلك، تُظهر مسوحات الدماغ في حالات أخرى تتعلق بمرضى الغيبوبة أن العطل ليس قويا جدا، لذا توجد فرصة ضئيلة للتعافي. في صيف العام 2007 استيقظ رجل في كليفلاند وحيا أمه بعد أن خضع لعلاج التحفيز العميق للدماغ. أصيب الرجل بعطب دماغي واسع قبل سنوات، ودخل في غيبوبة عميقة عرفت بحالة الوعي الأدنى.

قاد الدكتور علي رضائي فريق الجراحين الذين أجروا العملية. أدخلوا زوجا من الأسلاك إلى دماغ المريض حتى وصلوا إلى المهاد، وهي كما رأينا البوابة التي تعالج فيها المعلومات الحسية. بإرسال تيار كهربائي بجهد ضئيل خلال الأسلاك، استطاع الأطباء أن يحفزوا المهاد، التي أيقظت بدورها الرجل من غيبوبته العميقة. (في

العادة، يسبب إرسال الكهرباء إلى الدماغ غلق ذلك الجزء من الدماغ، لكن في بعض الحالات يمكنه أن يحث العصبونات على العمل).

لا بد أن تؤدي التحسينات في تقنية التحفيز العميق للدماغ DBS إلى زيادة عدد قصص النجاح في حقول مختلفة. يصل قطر قطب جهاز DBS اليوم نحو 1.5 ملم، لكنه يلامس حتى مليون عصبون عندما يحشر في الدماغ، مما قد يسبب نزيفا وعطلا للأوعية الدموية. يتعرض 1 إلى 3 بالمائة من مرضى الـ DBS لنزيف قد يتطور إلى سكتة دماغية[16]. وأيضا مازالت الشحنة الكهربائية التي تحملها مجسات DBS بدائية، بحيث إنها تنبض بمعدل ثابت. يوما ما سيتمكن الجراحون من تعديل الشحنة الكهربائية التي تحملها الأقطاب بحيث يصنع كل مجس لشخص معين ومرض محدد. لا بد أن يصبح الجيل التالي من مجسات الـ DBS أكثر أمنا ودقة.

جينات المرض العقلي

تشمل المحاولة الأخرى لفهم المرض العقلي، وفي النهاية علاجه، تقفّي جذوره الجينية. أجريت محاولات عدة في هذا المجال، بنتائج مختلطة مخيبة للآمال. هناك دليل قوي على أن الفصام والاضطراب ثنائي القطب وراثيان، لكن المحاولات لإيجاد الجين المشترك لهؤلاء الأفراد جميعهم لم تكن قاطعة. تتبع العلماء أحيانا شجرة العائلة لبعض الأشخاص المصابين بمرض عقلي، وعثروا على جين مشترك. لكن المحاولات لتعميم هذه النتيجة على عائلات أخرى فشلت. في أفضل الحالات، استنتج العلماء أن العوامل البيئية مع مزيج من عدة جينات ضرورية لإطلاق المرض العقلي. لكن أصبح من المتفق عليه عموما أن لكل اضطراب أساسه الجيني الخاص به.

مع ذلك، في العام 2012 أظهرت إحدى أكثر الدراسات شمولية حتى تاريخه أنه ربما كان هناك بالفعل عامل جيني مشترك للمرض العقلي. حلل علماء من مدرسة هارفارد الطبية ومستشفى ماساتشوستس العام ستين ألف شخص على مستوى العالم، ووجدوا أن هناك رابطة جينية بين خمسة أمراض عقلية رئيسة: الفصام والاضطراب ثنائي القطب والتوحد والاكتئاب الشديد واضطراب نقص الانتباه مع فرط النشاط ADHD . وهي معا تمثل جزءا مهما من المرضى العقليين جميعهم.

بعد تحليل موسع لدنا الأشخاص، وجد العلماء أن أربعة جينات زادت من

خطر المرض العقلي. اثنان منها تتعلقان بتنظيم قنوات الكالسيوم في العصبونات. (الكالسيوم (الكلس) عنصر أساسي يدخل في عمليات الإشارات العصبية). يقول الدكتور جوردون سمولار من مدرسة هارفارد الطبية: «يقترح اكتشاف القنوات الكلسية أنه ربما – وهذه ربما كبيرة – تكون لمعالجات التأثير في وظيفة نقل الكلس تأثيرات في عدد من الاضطرابات»[17]. استخدمت مسبقا مغلقات لقنوات الكالسيوم لمعالجة الناس باضطراب ثنائي القطب. في المستقبل ربما تستخدم هذه المغلقات لمعالجة أمراض عقلية أخرى أيضا.

يمكن لهذه النتيجة الجديدة أن تساعد في شرح حقيقة غريبة وهي أنه عندما يتوارث المرض العقلي في العائلة، ربما يظهر أفراد العائلة أشكالا مختلفة من الاضطرابات. على سبيل المثال، لو أصيب أحد التوأمين بالفصام، فربما يصاب التوأم الآخر باضطراب مختلف تماما، كالاضطراب ثنائي القطب.

الفكرة هنا هي أنه على الرغم من أن لكل مرض عقلي مطلقاته وجيناته الخاصة به، يمكن أن يكون هناك خيط مشترك يربط بينها أيضا. ويمكن لعزل العوامل المشتركة بين هذه الأمراض أن يقدم لنا دليلا على الأدوية الأكثر فاعلية ضدها.

يقول الدكتور سمولار: «ما ميّزناه هنا ربما كان بمنزلة قمة جبل الجليد فقط. مع نمو هذه الدراسات نتوقع أن نجد جينات إضافية ربما تتقاطع بعضها مع بعض»[18]. لو وجدت جينات مشتركة أكثر بين هذه الاضطرابات الخمسة، فربما ستفتح مقاربة جديدة تماما للأمراض العقلية.

لو وجدت جينات مشتركة أكثر، فربما يعني هذا أن المعالجة الجينية قد تستطيع إصلاح العطب الناتج من الجينات العاطلة. أو ربما تؤدي إلى نشوء عقاقير جديدة يمكنها أن تعالج المرض على المستوى العصبي.

مسارات مستقبلية

في الوقت الحاضر، ليس هناك علاج للمرضى بأمراض عقلية. تاريخيا، كان الأطباء بلا حول ولا قوة في معالجتها. لكن الطب الحديث أعطانا أشكالا مختلفة من الاحتمالات والعلاجات الجديدة لحل هذه المشكلة القديمة. بعضها يشمل التالي:

1. العثور على ناقلات عصبية جديدة وعقاقير جديدة تنظم إعطاء الإشارة للعصبونات.

2. تحديد الجينات المرتبطة بالأمراض العقلية المختلفة، وربما استخدام المعالجة الجينية.
3. استخدام التحفيز العميق للدماغ لإخماد النشاط العصبي في مناطق معينة أو زيادته.
4. استخدام آلات EEG، وMRI وMEG وTES لفهم كيف يختل عمل الدماغ بالضبط.
5. في الفصل حول الهندسة العكسية للدماغ، سنستكشف منحى واعدا آخر يصوّر الدماغ بكامله مع ممراته العصبية كلها. ربما يكشف هذا في النهاية سر الأمراض العقلية.

لكن لفهم التنوع الكبير في الأمراض العقلية، يعتقد بعض العلماء أنه من الممكن تجميعها كلها في مجموعتين رئيستين على الأقل، كل منها تتطلب مقاربة مختلفة:

1. اضطرابات عقلية تتعلق بإصابة في الدماغ.
2. اضطرابات عقلية تنشأ نتيجة ربط غير صحيح ضمن الدماغ.

يتضمن النوع الأول الباركنسون والصرع وألزهايمر ومجموعة واسعة من الاضطرابات الناجمة عن السكتات الدماغية أو الأورام، حيث يصاب نسيج الدماغ ويتعطل. في حالة الباركنسون والصرع، هناك عصبونات فائقة النشاط في منطقة محددة من الدماغ. في مرض ألزهايمر يخرب تراكم ألواح الأميون amyon plaque نسيج الدماغ، بما في ذلك الحصين. في السكتات والأورام تصمت أنحاء معينة من الدماغ، مما يسبب مشاكل سلوكية عديدة. يجب أن يعالج كل واحد من هذه الاضطرابات بشكل مختلف، بما أن كل عطل يختلف عن الآخر. ربما يتطلب الباركنسون والصرع مجسات لإسكات المناطق فائقة النشاط من الدماغ، بينما يكون العطل من مرض ألزهايمر والأورام غالبا غير قابل للعلاج.

في المستقبل سنرى تطورات في طرق التعامل مع هذه الأجزاء المصابة من الدماغ، إضافة إلى تقنية التحفيز العميق للدماغ والحقول المغناطيسية. ربما تحل الخلايا الجذعية يوما ما محل نسج الدماغ المعطوبة. أو ربما يمكن إيجاد بدائل صناعية لتعوض تلك المناطق المتضررة باستخدام الحاسبات. في هذه الحالة، سيزال النسيج المعطوب أو يستبدل، إما عضويا وإما إلكترونيا.

يشمل الصنف الثاني اضطرابات نتجت عن توصيل خاطئ في الدماغ. ربما تقع

الاضطرابات كالفصام والوسواس القهري والاضطراب ثنائي القطب ضمن هذا النوع. ربما تكون كل منطقة من الدماغ صحية وسليمة نسبيا، لكن قد تكون واحدة منها أو أكثر موصولة بشكل خاطئ، مما يؤدي إلى معالجة الرسائل بشكل خاطئ أيضا. من الصعب معالجة هذا النوع، لأن توصيلات الدماغ ليست مفهومة تماما. حتى الآن، تكون الطريقة الرئيسة للتعامل مع هذه الاضطرابات من خلال العقاقير التي تؤثر في الناقلات العصبية، لكن مازال هناك كثير من التجربة والخطأ في هذا المجال.

غير أن هناك حالة مغيرة أخرى من الوعي أعطتنا رؤية جديدة على عمل العقل. كما قدمت منظورا جديدا عن كيفية عمل الدماغ، وما قد يحدث إذا كان هناك اضطراب. هذه الحالة هي حقل الذكاء الصنعي AI. على رغم أن هذا الحقل مازال في المهد، فإنه فتح رؤى عميقة على عملية التفكير، وعمّق فهمنا للوعي الإنساني. لذا فالسؤال هو: هل يمكن تحقيق الوعي السيليكوني؟ إذا كان الأمر كذلك، فكيف يختلف عن الوعي الإنساني، وهل سيحاول يوما ما التحكم فينا؟

لا، لست مهتما بتطوير دماغ قوي. كل ما أريده هو دماغ عادي، شيء يماثل دماغ مدير شركة الهاتف والتلغراف الأمريكية.

ألان تورنغ

10

العقل الاصطناعي والوعي السيليكوني

«المشكلة الحقيقية ليست فيما إذا كانت الآلات تفكر، بل فيما إذا كان البشر يفكرون».

ب. ف. سكينر

في فبراير من العام 2011 صنع حدث تاريخي.

فعل حاسوب من شركة IBM دُعي واطسن ما ظن العديد من النقاد أنه مستحيل: هزم منافسين في برنامج مسابقات تلفزيوني دعي «الخطر» Jeopardy ! تسمّر ملايين المشاهدين أمام الشاشة بينما قضى واطسن منهجيا على منافسيه على التلفاز الوطني، مجيبا عن أسئلة أعجزت المنافسين، وبالتالي استحق الحصول على جائزة قدرها مليون دولار.

ذللت شركة IBM العقبات كلها لتركيب آلة بكمية هائلة حقا من القدرة الحاسوبية. يستطيع واطسن معالجة بيانات بمعدلات مذهلة تصل إلى 500 غيغابايت في الثانية (أو ما يعادل مليون كتاب في الثانية) بستة عشر تريليون بايت من ذاكرة الوصول العشوائي RAM . كان لديه أيضا إمكانية الوصول إلى 200 مليون صفحة من المادة في ذاكرته، بما في ذلك

المخزون الكامل للمعرفة في موسوعة الويكيبيديا. كان باستطاعة واطسن بعد ذلك تحليل هذا الكم الهائل من المعلومات بصورة حية على التلفاز.

واطسن هو مجرد الجيل الأخير من برامج «الأنظمة الخبيرة» التي تستخدم المنطق الرسمي للوصول إلى كميات هائلة من المعلومات المتخصصة (عندما تتحدث إلى آلة على الهاتف تعطيك عددا من الخيارات. هذا مثال على نظام خبير بدائي) ستستمر الأنظمة الخبيرة في التطور، ما يجعل حياتنا أكثر فاعلية وملاءمة.

على سبيل المثال، يعمل المهندسون الآن على خلق «طبيب إنسالي» يظهر على ساعة معصمك، أو على شاشة جدارية، ليعطيك نصيحة طبية أساسية بدقة تبلغ 99 في المائة مجانا تقريبا. ستتكلم معه عن أعراضك، وسوف يصل إلى بنوك معلومات المراكز الطبية الرائدة في العالم من أجل الحصول على أحدث المعلومات العلمية. سيخفض هذا الزيارات غير الضرورية إلى الطبيب، ويتخلص من الإنذارات الكاذبة المكلفة، ويسهّل المحادثة العادية مع طبيب.

في النهاية، قد يكون لدينا محامون إنساليون Robots يمكنهم الإجابة عن الأسئلة القانونية العادية كلها، أو سكرتيرة إنسالية يمكنها تخطيط عطلاتنا ورحلاتنا ودعوات عشائنا (بالطبع تحتاج الخدمات المتخصصة إلى نصيحة محترفة، وستبقى بحاجة إلى رؤية طبيب ومحام... حقيقيين. غير أن هذه البرامج ستكون كافية لنصيحة يومية عادية).

إضافة إلى ذلك، خلق العلماء «آلات الحديث» chat-bots التي تقلد المحادثات العادية. ربما يعلم الشخص العادي عشرات الآلاف من الكلمات. وربما تتطلب قراءة الجريدة نحو ألفي كلمة أو أكثر، لكن المحادثة العادية تشمل عادة بضع مئات من الكلمات فقط. يمكن برمجة الإنساليات للتحدث بهذا القاموس المحدود (مادامت المحادثة مقتصرة على موضوعات قليلة محددة جيدا).

صخب إعلامي- الإنساليات آتية

بعد أن فاز واطسن بالمنافسة مباشرة، بدأ بعض الخبراء يفركون أيديهم حسرة من اليوم الذي ستسيطر فيه الآلات. قال كين جينينغز، أحد المتنافسين الذين هزمهم واطسن، للإعلام «أنا شخصيا أرحب بأسيادنا من الحاسوبات الجديدة». تساءل الخبراء: إذا كان بإمكان واطسن التغلب على منافسين متمرسين في منافسة دماغ-

آلة، إذن ما الفرصة التي يمتلكها البقية منا نحن الفانين للتصدي لهذه الآلات؟ قال جينينغز مازحا: «براد [المنافس الآخر] وأنا أول عاملين في صناعة المعرفة أصبحا بلا عمل بسبب الجيل الجديد من الآلات المفكرة».

غير أن المعلقين نسوا أن يذكرونا بأنه لم يكن بالإمكان الذهاب إلى واطسن وتهنئته بالفوز. لم يكن بإمكانك التربيت على كتفه، أو مشاركته في شرب كأس من الشمبانيا. لم يكن ليعلم ماذا يعني أي من هذا، وفي الحقيقة لم يكن واطسن يعلم أنه قد فاز على الإطلاق. بعيدا عن كل هذا الصخب تبقى حقيقة أن واطسن عبارة عن آلة جمع متطورة جدا، قادر على الجمع (أو البحث في سجلات البيانات) أسرع بملايين المرات من الدماغ البشري، لكنه يفتقر تماما إلى الوعي بالذات أو الإدراك السليم.

من جهة، كان التقدم الذي حصل في الذكاء الصنعي مذهلا، خصوصا في مجال القدرة الحاسوبية البحتة. إذا رأى أي شخص من العام 1900 الحسابات التي يقوم بها الحاسوب اليوم فسيعتبر هذه الآلات معجزة. لكن من جهة أخرى، فإن التقدم في بناء آلات يمكنها التفكير بنفسها بطيء جدا (أي، بناء آلة حقيقية من دون سيد أو متحكم بعصا لعب أو شخص بلوحة تحكم من بعد) الإنساليات لا تعي بتاتا أنها إنساليات.

باعتبار حقيقة أن القدرة الحاسوبية تضاعفت مرة كل سنتين خلال الخمسين سنة السابقة تحت قانون مور(*)، يقول البعض إنها مسألة وقت فقط قبل أن تصبح هذه الآلات في النهاية ذات وعي ذاتي ينافس الذكاء البشري. لا أحد يعلم متى سيحدث هذا، لكن يجب أن تكون البشرية مستعدة للحظة التي تغادر فيها آلة واعية المختبر، وتدخل إلى العالم الواقعي. كيف سنتعامل مع وعي الإنسالي الذي سيقرر مستقبل الجنس البشري.

دورات الازدهار والانحسار في الذكاء الصنعي

من الصعب التنبؤ بمصير الذكاء الصنعي، لأنه مر بثلاث دورات من الازدهار والانحسار. في الخمسينيات بدا كأن الخادمات والسقاة الآليين أصبحوا جاهزين.

(*) Moore's Low، نسبة إلى غوردون مور (1929م) الذي توقع في العام 1965 تضاعف عدد مكونات الدارات المتكاملة للمعالجات سنويا، ثم راجع توقعاته في العام 1975 متنبئا بتضاعفها كل سنتين. [المحررة].

بنيت آلات يمكنها لعب الداما وحل مسائل الجبر. طورت أذرع إنسالية يمكنها التعرف على الأجسام والتقاطها. في جامعة ستانفورد بني إنسالي دعي «شيكي»- هو في الأساس حاسوب يجلس فوق عجلات ومزود بآلة تصوير- يمكنه التجوال حول الغرفة بنفسه، متجنبا العوائق.

نشرت مقالات مذهلة سريعا في مجلات علمية تبشر بقدوم الرفيق الإنسالي. كانت بعض التنبؤات محافظة جدا. في العام 1940 ذكرت مجلة «بوبيولار ميكانيكس» أنه «في المستقبل ستزن الحواسيب ليس أكثر من 1.5 طن». غير أن آخرين كانوا متفائلين جدا في الادعاء بأن عهد الإنسالي أصبح قريبا. سيصبح «شيكي» يوما ما خادمة أو ساقيا آليا، سينظف سجاداتنا ويفتح الأبواب لنا. أقنعتنا أفلام مثل «2001: أوديسا الفضاء» A Space Odyssey :2001 بأن الإنساليات سوف تقود قريبا سفننا الصاروخية إلى المشتري، وسوف تتحدث مع روادنا الفضائيين. في العام 1965، قال الدكتور هربرت سايمون، أحد مؤسسي الذكاء الصنعي، ببساطة: «ستتمكن الآلات خلال 20 سنة من القيام بأي عمل يمكن أن يقوم به الإنسان؟»[1]. بعد عامين قال الدكتور مارفين مينسكي، مؤسس آخر للذكاء الصنعي: «خلال جيل... ستحل مشكلة خلق «الذكاء الصنعي» بشكل كبير»[2].

لكن هذا التفاؤل اللامحدود كله انهار في السبعينيات. كان باستطاعة آلات لعب الداما أن تلعب الداما فقط، ولا شيء آخر. كان بإمكان الأذرع الميكانيكية أن تلتقط مكعبات، ولا شيء آخر. كانت تقوم بحيلة واحدة فقط. استغرق الأمر من أكثر الإنساليات تطورا ساعات لعبور غرفة واحدة فقط. كان من السهل لـ «شيكي» الموضوع في بيئة لا يعرفها أن يضيع. ولم يكن العلماء قريبين من فهم الوعي. في العام 1974 عانى الذكاء الصنعي من ضربة قوية عندما قلصت الحكومتان الأمريكية والبريطانية تمويل هذا الحقل بشكل كبير.

غير أنه مع ازدياد قدرة الحاسوب باستمرار في الثمانينيات، انطلق سباق ذهب جديد في مجال الذكاء الصنعي، جاء بشكل رئيس من مخططي البنتاغون الذين أملوا استخدام جنود إنساليين في ساحة المعركة. وصل تمويل الذكاء الصنعي إلى مليار دولار في العام 1985، حيث أنفقت مئات الملايين من الدولارات على مشاريع مثل «سمارت ترك» Smart Truck الذي افترض أن يكون شاحنة ذكية وآلية يمكنها أن

تدخل خطوط العدو، وتقوم بعمليات الاستطلاع منفردة، وتؤدي مهمات (مثل نجدة الأسرى)، ثم تعود إلى المناطق الصديقة. لسوء الحظ، كان الشيء الوحيد الذي قامت به تلك الشاحنة هو أنها ضاعت. أنزل الفشل الصريح لهذه المشاريع المكلفة شتاء آخر على مجال الذكاء الصنعي في التسعينيات.

علق بول إبراهام على السنوات التي قضاها في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT كطالب، حيث قال: «يبدو كأن مجموعة من الناس اقترحت بناء برج يصل إلى القمر. في كل عام كانوا يشيرون بفخر إلى علو البرج عن العام السابق. المشكلة الوحيدة هي أن القمر لم يقترب أكثر»(3).

غير أنه مع التقدم المستمر في قدرة الحاسوب بدأت الآن نهضة جديدة في مجال الذكاء الصنعي، وأُحرز تقدم بطيء لكنه كبير. في العام 1997 هزم حاسوب IBM «ديب بلو» بطل العالم في الشطرنج غاري كاسباروف. في العام 2005 ربحت سيارة إنسالية من جامعة ستانفورد سباق تحدي وكالة داربا DARPA الكبير للسيارات من دون سائق. ويستمر تحقيق علامات فارقة جديدة.

يبقى السؤال: هل المحاولة الثالثة هي الفاصلة؟

يدرك العلماء اليوم أنهم قللوا كثيرا من حجم المشكلة، لأن معظم التفكير الإنساني يحدث في اللاوعي. فالجزء الواعي من أفكارنا يمثل في الحقيقة الجزء الأقل فقط من حساباتنا.

يقول الدكتور ستيف بينكر: «سأدفع الكثير من أجل إنسالي يأخذ الأطباق أو يقوم بخدمات بسيطة، لكنني لا أستطيع، وذلك لأن المشاكل الصغيرة كلها التي تحتاج إلى حل لبناء إنسالي يقوم بذلك، كالتعرف على الأجسام، والتفكير في العالم، والتحكم في اليدين والقدمين، هي مشاكل هندسية غير محلولة»(4).

على الرغم من أن أفلام هوليوود تخبرنا بأن الإنساليات القاتلة الرهيبة آتية، فإن مهمة خلق عقل صنعي أصعب بكثير مما اعتُقد سابقا. سألت مرة الدكتور مينسكي: متى ستعادل الآلات ذكاء البشر وحتى تتفوق عليه؟ قال إنه كان واثقا بأن هذا سيحدث، لكنه لن يقدم أي تنبؤات حول مواعيد حصول ذلك بعد الآن. باعتبار مسار الذكاء الصنعي حتى الآن، ربما كان هذا أفضل مقاربة، أن نخطط لمستقبل الذكاء الصنعي من دون وضع جدول زمني محدد.

التعرف على النموذج والحس السليم

هناك على الأقل مشكلتان رئيستان تواجهان الذكاء الصنعي: التعرف على النموذج، والحس السليم.

يستطيع أفضل إنسالي لدينا التعرف على أجسام بسيطة مثل كأس أو كرة. قد ترى عين الإنسالي تفاصيل أفضل من العين الطبيعية، لكن دماغ الإنسالي لا يمكنه إدراك ما يراه. لو وضعت إنساليا في شارع غريب مزدحم فإنه سيضطرب فورا ويتوه. تطور التعرف على النموذج (كالتعرف على أجسام) ببطء أكثر مما قدر له سابقا بسبب هذه المشكلة.

عندما يدخل إنسالي إلى غرفة ما عليه أن يجري تريليونات العمليات الحسابية، بحيث يختزل الأجسام التي يراها إلى بيكسلات وخطوط ودوائر ومربعات ومثلثات، ثم يحاول مطابقتها مع آلاف الصور المخزنة في ذاكرته. على سبيل المثال، ترى الإنساليات الكرسي على أنه مجموعة من الخطوط والنقاط، لكنها لا تستطيع بسهولة تمييز فحوى الكرسي. حتى لو استطاع إنسالي بنجاح أن يطابق جسما مع صورة مخزنة في قاعدة بياناته، فإن تدويرا بسيطا (مثل كرسي ملقى على الأرض) أو تغييرا في منظوره (النظر إلى الكرسي من زاوية مختلفة) سيجعله عاجزا. أما أدمغتنا فتأخذ آليا مناظير وتغيرات مختلفة بالحسبان. تجري أدمغتنا لاشعوريا تريليونات الحسابات، لكن العملية تبدو كأنها تتم من دون جهد بالنسبة إلينا.

للإنساليات أيضا مشكلة مع الحس السليم، فهي لا تفهم الحقائق البديهية حول العالم المادي والبيولوجي. ليست هناك معادلة يمكنها أن تؤكد شيئا بديهيا بالنسبة إلينا مثل «الطقس السيئ غير مريح» أو «الأمهات أكبر سنا من بناتهن». حصل بعض التقدم في ترجمة هذا النوع من المعلومات إلى منطق رياضي، لكن تصنيف الحس السليم لطفل في الرابعة من العمر يتطلب مئات الملايين من أسطر الرمز الحاسوبي. وكما قال فولتير مرة: «الحس السليم المشترك ليس مشتركا تماما».

على سبيل المثال، بني أحد أكثر إنسالييننا تقدما يدعى «أسيمو» ASIMO في اليابان (حيث تصنع هناك 30 في المائة من إنسالياتنا الصناعية) من قبل مؤسسة هوندا. هذا الإنسالي الرائع، بحجم طفل صغير، يمكنه المشي والركض وصعود الأدراج

والتكلم بلغات مختلفة والرقص (أفضل بكثير مني في الحقيقة). تفاعلت مع أسيمو عدة مرات على التلفاز، وأعجبت كثيرا بقدراته.

لكنني التقيت بشكل خاص صانعي أسيمو[5] وسألتهم هذا السؤال الرئيسي: ما مدى ذكاء أسيمو، إذا قارناه بحيوان؟ اعترفوا لي بأن لديه ذكاء حشرة . هذا المشي والكلام كله للإعلام. المشكلة أن أسيمو بصورة عامة مجرد آلة تسجيل كبيرة. لديه قائمة متواضعة فقط من الوظائف الآلية حقا، لذا يجب كتابة كل خطاب أو حركة تقريبا بعناية مسبقا. على سبيل المثال، استغرق الأمر ثلاث ساعات لتصوير سلسلة قصيرة عني وأنا أتفاعل مع أسيمو، لأن حركة اليد والحركة الأخرى يجب برمجتهما من قبل فريق من العاملين.

إذا اعتبرنا هذا في تعريفنا للوعي الإنساني، فسيبدو أن إنسالياتنا الحالية عالقة عند مستوى بدائي جدا، تحاول ببساطة فهم العالم المادي والاجتماعي بتعلم حقائق أساسية. لذا ليست الإنساليات عند مستوى تخطيط تمثيلات واقعية للمستقبل. يفترض الطلب من إنسالي وضع خطة لسرقة مصرف، على سبيل المثال، أن يعلم الأساسيات جميعها حول المصارف، مثل: أين تودع الأموال؟ وما نوع نظام الأمن؟ وكيف سيتفاعل كل من الجمهور القريب في هذه الحالة والشرطة؟ يمكن برمجة بعض هذه الأشياء، لكن هناك مئات العقبات التي يفهمها العقل البشري بشكل طبيعي ولا يستطيع الإنسالي إدراكها.

يبدع الإنسالي في تمثيل المستقبل في حقل محدد واحد، مثل لعب الشطرنج أو النمذجة أو تتبع اصطدام المجرات... إلخ. بما أن قوانين الشطرنج والجاذبية معروفة جيدا منذ قرون، فالمسألة عبارة عن استخدام قوة حاسوب الخام لتمثيل المستقبل للعبة شطرنج أو لنظام شمسي.

فشلت المحاولات للذهاب أبعد من هذا المستوى باستخدام القوة الحاسوبية الخام. صمم برنامج طموح دعي CYC لحل مشاكل الحس السليم. سيشمل CYC ملايين السطور من لغة الحاسوب التي تحتوي على معلومات عن الحس السليم والمعرفة كلها اللازمة لفهم البيئة المادية والاجتماعية. على الرغم من أن الـ CYC يمكنه معالجة مئات آلاف الحقائق وملايين المقولات، فإنه مازال لا يستطيع إعادة إنتاج تفكير طفل في الرابعة من العمر. لسوء الحظ، بعد بعض التصريحات المتفائلة

للصحافة تباطأ العمل في المشروع. غادر العديد من المبرمجين، أتت المواعيد وانقضت والمشروع مازال قائما.

هل الدماغ حاسوب؟

أين أخطأنا؟ على مدار الخمسين عاما الماضية تقريبا حاول العلماء العاملون في الذكاء الصنعي نمذجة الدماغ تماثلا مع الحواسيب الرقمية. لكن ربما كان هذا شديد التبسيط. وكما قال جوزف كامبل مرة: «الحواسيب مثل آلهة العهد القديم، الكثير من القوانين وبلا رحمة». إذا أزحت نصف ناقل (ترانزيستور) وحيد من شريحة بنتيوم، فسيتوقف الحاسوب فورا. لكن الدماغ البشري يمكنه العمل بشكل جيد حتى لو فقد نصفه.

يعود هذا إلى أن الدماغ ليس حاسوبا رقميا على الإطلاق، بل شبكة عصبونية متطورة جدا من نوع ما. وعلى النقيض من الحاسوب الرقمي، الذي يمتلك هيكلية ثابتة (مدخلات ومخرجات ومعالج)، فإن الشبكات العصبونية مجموعات من الخلايا العصبية التي تعيد ربط نفسها وتقويتها باستمرار بعد تعلم كل مهمة جديدة. لا يمتلك الدماغ برمجة ولا نظام تشغيل ولا نظام ويندوز ولا معالجا مركزيا. بدلا من ذلك فشبكاته العصبونية تعمل بالتوازي بحيث تطلق مائة مليار عصبون في الوقت نفسه من أجل تحقيق هدف واحد: التعلم.

في ضوء هذا، يبدأ الباحثون في الذكاء الصنعي إعادة تفحص منحى «الاتجاه من الأعلى إلى الأسفل» الذي اتبعوه في السنوات الخمسين الماضية (أي وضع قوانين الحس السليم كلها على قرص مدمج). يعيد الباحثون النظر الآن في أسلوب «الاتجاه من الأسفل إلى الأعلى». يحاول هذا الاتجاه أن يقلد الطبيعة الأم، التي خلقت كائنات عاقلة (نحن) عبر عملية التطور، بدءا من حيوانات بسيطة كالحشرات والأسماك، ثم خلقت أخرى بعد ذلك أكثر تعقيدا. على الشبكات العصبونية أن تتعلم بالطريقة الصعبة، بالارتطام بالأشياء وارتكاب الأخطاء.

الدكتور رودني بروكس المدير السابق لمختبر الذكاء الصنعي الشهير في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT والمؤسس المشارك لـ «آي روبوت» **iRobot** التي تصنع المكانس الكهربائية الموجودة في غرف المعيشة، أدخل اتجاها جديدا تماما

للذكاء الصنعي. بدلا من تصميم إنساليات كبيرة ثقيلة، لماذا لا نبني إنساليات صغيرة مدمجة شبيهة بالحشرات عليها أن تتعلم كيف تمشي، كما يحدث في الطبيعة؟ عندما قابلته أخبرني أنه كان يتعجب من البعوضة، التي لديها دماغ ميكروي تقريبا بعدد قليل من العصبونات، وعلى الرغم من ذلك كانت قادرة على المناورة في المكان أفضل من أي طائرة إنسالية[6]. بنى سلسلة من الإنساليات البسيطة المثيرة ودعاها بحب «إنساليات حشرية»isectoids bugbots/، هرولت على أرضيات المعهد واستطاعت الركض بدوائر حول الإنساليات الأكثر تقليدية. كان الهدف هو صنع إنساليات تتبع طريقة التجربة والخطأ للطبيعة الأم. بعبارة أخرى، تتعلم هذه الإنساليات عن طريق الارتطام بالأشياء.

(في البداية قد يبدو أن هذا يتطلب الكثير من البرمجة. غير أن المفارقة هي أن الشبكات العصبية لا تتطلب أي برمجة على الإطلاق. الشيء الوحيد الذي تفعله الشبكات العصبية هو إعادة وصل نفسها، بتغيير شدة بعض الممرات في كل مرة تتخذ فيها القرار الصحيح. لذا فإن البرمجة غير مهمة، وتغيير الشبكة هو كل شيء).

تخيل كُتاب الخيال العلمي مرة أن الإنساليات على المريخ ستكون كائنات شبه- بشرية متطورة، تمشي وتتحرك مثلنا تماما ببرامج معقدة تمنحها الذكاء البشري. لكن ماحدث هو العكس. اليوم يتجول أحفاد هذا الاتجاه– مثل ناقلة المريخ كوريورسيتي– فوق سطح المريخ. هي ليست مبرمجة لتمشي كالبشر. بدلا من ذلك لديها ذكاء حشرة، لكنها تقوم بمهمة جيدة فوق ذلك السطح. لدى ناقلات المريخ تلك برمجيات قليلة نسبيا؛ لكنها تتعلم عن طريق الارتطام بالحواجز.

هل الإنساليات واعية؟

ربما كانت أوضح طريقة لمعرفة لماذا لا توجد إنساليات آلية حقا حتى الآن هي في تصنيف مستوى وعيها. كما رأينا في الفصل الثاني، يمكننا تصنيف الوعي في أربعة مستويات. يصف المستوى 0 من الوعي النباتات ومنظمات درجة الحرارة، أي إنها تشمل عددا ضئيلا من دارات التغذية الراجعة إلى حفنة من المتحولات البسيطة، كدرجة الحرارة أو أشعة الشمس. يصف المستوى 1 من الوعي الحشرات والزواحف، التي تتحرك ولديها جهاز عصبي مركزي، وتشمل خلق نموذج عن العالم بالعلاقة

مع متغير جديد هو المكان. ثم لدينا المستوى 2 من الوعي، الذي يخلق نموذجا عن العالم بالعلاقة مع كائنات أخرى من النوع نفسه، ما يتطلب الأحاسيس. أخيرا لدينا المستوى 3 من الوعي، الذي يصف البشر، والذي يشمل الزمن والوعي بالذات لتمثيل كيف ستتطور الأشياء في المستقبل وتحديد موقعنا في هذه النماذج.

يمكننا استخدام هذه النظرية لتصنيف الإنساليات المعاصرة. كان الجيل الأول من الإنساليات عند المستوى 0، لأنها كانت ثابتة من دون عجلات أو أرجل. إنساليات اليوم هي عند المستوى 1 بما أنها متحركة، لكنها عند مستوى منخفض جدا، لأن من الصعب جدا عليها الانتقال في العالم الحقيقي. يمكن مقارنة وعيها بوعي دودة أو حشرة بطيئة. لإنتاج المستوى الكامل 1 من الوعي، على العلماء أن يصنعوا إنساليات يمكنها تقليد وعي الحشرات والزواحف واقعيا. حتى الحشرات لديها إمكانات لا تمتلكها الإنساليات الحالية، مثل العثور بسرعة على أماكن للاختباء، وتحديد الأزواج في الغابة، والتعرف على المفترسات وتجنبها، أو إيجاد الغذاء والمأوى.

كما ذكرنا سابقا، يمكننا تصنيف الوعي رقميا بعدد دارات التغذية الراجعة عند كل مستوى. ربما تمتلك الإنساليات التي تستطيع الرؤية على سبيل المثال عدة دارات تغذية راجعة لأن لها مجسات بصرية يمكنها اكتشاف الظلال والحواف والمنعطفات والأشكال الهندسية... إلخ في مكان ثلاثي الأبعاد. بالمثل، تحتاج الإنساليات التي يمكنها السماع إلى حساسات تستطيع اكتشاف التردد والشدة والضغط والتوقفات... إلخ. ربما يصل العدد الإجمالي لدارات التغذية الراجعة هذه إلى عشر أو ما يقرب من ذلك (بينما ربما تمتلك الحشرة التي تتجول في البرية لتجد الشريك وتحدد المأوى... إلخ خمسين دارة تغذية راجعة أو أكثر). لذا ربما يمتلك إنسالي نموذجي المستوى 1:10 من الوعي.

على الإنساليات أن تستطيع خلق نموذج عن العالم بالعلاقة مع الآخرين إذا كانت ستدخل المستوى 2 من الوعي. كما ذكرنا سابقا، يحسب المستوى 2 من الوعي بتقريب أولي بضرب عدد أعضاء المجموعة بعدد العواطف والإشارات التي تستخدم للتواصل فيما بينها. ستمتلك الإنساليات عندها المستوى 2:0 من الوعي. لكن هناك أملا في أن ترفع الإنساليات العاطفية التي تصنع في المختبرات اليوم هذا الرقم.

ترى الإنساليات الحالية البشر ببساطة كمجموعة بيكسلات تتحرك على حساساتها التلفزيونية، غير أن بعض باحثي الذكاء الصنعي بدأوا في صنع إنساليات يمكنها التعرف على عواطف في تعبيرات وجوهنا، ونبرات أصواتنا. هذه خطوة أولى نحو إنساليات تتعرف على البشر على أنهم أكثر من مجرد بيكسلات عشوائية، وأن لديهم حالات عاطفية.

في العقود القليلة المقبلة سترتفع الإنساليات تدريجيا في المستوى 2 من الوعي لتصبح بذكاء فأر وأرنب ثم قطة. ربما في أواخر هذا القرن ستكون بذكاء قرد، وستبدأ في خلق أهدافها الخاصة بها.

لا تكاد الإنساليات تمتلك معرفة فاعلة بالحس السليم ونظرية العقل، حتى تتمكن من تشغيل تمثيلات معقدة حول المستقبل تظهر نفسها كفاعل رئيس، وبالتالي ستدخل المستوى 3 من الوعي. ستترك عالم الحاضر، وتدخل عالم المستقبل. يتجاوز هذا استطاعة أي إنسالي اليوم وبعدة عقود. تشغيل تمثيلات للمستقبل يعني أن لديك فهما قويا بقوانين الطبيعة، والسببية، والحس السليم، بحيث تستطيع توقع حوادث مستقبلية. وهي تعني أيضا أنك تفهم نوايا البشر وحوافزهم، بحيث يمكنك التنبؤ بتصرفاتهم في المستقبل أيضا.

تحسب القيمة الرقمية للمستوى 3 من الوعي كما ذكرنا بالعدد الكلي للروابط التي يمكن للمرء صنعها في تمثيل المستقبل في مختلف ظروف الحياة الواقعية مقسوما على القيمة المتوسطة لمجموعة الاختبار. تستطيع الحاسوبات اليوم أن تقوم بتمثيلات محدودة لبضعة متحولات (مثل اصطدام مجرتين، وتدفق الهواء حول طائرة، واهتزاز بناء بسبب زلزال) لكنها ليست مهيأة إطلاقا لتمثيل المستقبل في ظروف الحياة الواقعية المعقدة، لذا فإن مستوى وعيها سيكون شيئا يشبه المستوى 3:5.

كما نرى، ربما يستغرق الأمر عدة عقود من العمل الجاد قبل أن نمتلك إنساليات يمكنها أن تعمل بشكل عادي في المجتمع البشري.

مطبات على الطريق

إذن، متى يمكن للإنساليات أن تماثل البشر في الذكاء وتتفوق عليهم؟ لا أحد يعلم، لكن كانت هناك تنبؤات عديدة، اعتمد معظمها على استمرار قانون مور

عقودا إلى المستقبل. لكن قانون مور ليس قانونا على الإطلاق، وفي الحقيقة فإنه في نهاية المطاف يخالف مبدأ أساسيا في الفيزياء: نظرية الكم.

لذا لا يمكن لقانون مور أن يستمر إلى الأبد. في الحقيقة، يمكننا مسبقا رؤيته يتباطأ الآن. ربما يختفي في نهاية هذا العقد أو الذي يليه، وستكون العواقب وخيمة، وبخاصة بالنسبة إلى وادي السيليكون.

المشكلة بسيطة. يمكنك الآن وضع مئات ملايين أنصاف النواقل السيليكونية على شريحة بحجم ظفر إصبعك، لكن هناك حدا للعدد الذي يمكنك حشره على هذه الشرائح. إن أصغر طبقة من السيليكون في شريحة بنتيوم اليوم هي بعرض نحو عشرين ذرة، وربما ستصبح بحلول العام 2020 بعرض خمس ذرات. لكن مبدأ عدم التأكد لهايزنبرغ سيتدخل عندها، ولن تستطيع أن تحدد بالضبط مكان الإلكترون، قد «يتسرب» من السلك. (انظر الملحق حيث نناقش نظرية الكم ومبدأ عدم التأكد بتفصيل أكبر). سيحصل قصر دارة وستتعطل الشريحة. إضافة إلى ذلك، ستولد كمية كافية من الحرارة لقلي بيضة فوقها. لذا فالتسرب والحرارة سيبطلان في النهاية قانون مور، وستكون هناك ضرورة لإيجاد بديل.

إذا وصل حشر الترانزيستورات على شرائح منبسطة في قوة الحاسوب إلى استطاعته القصوى، فإن شركة إنتل تراهن بعدة مليارات الدولارات على الشرائح ثلاثية الأبعاد. الزمن وحيد كفيل بمعرفة ما إذا كانت هذه المغامرة ستنجح (المشكلة الرئيسة بالنسبة إلى الشرائح ثلاثية الأبعاد هي أن الحرارة المتولدة ترتفع بسرعة مع زيادة ارتفاع الشريحة).

تنظر مايكروسوفت في خيارات أخرى، مثل التوسع في الشرائح ثنائية البعد بالمعالجة المتوازية. أحد الاحتمالات هو نشر الشرائح أفقيا في صف. ثم تقسم مشكلة برمجية إلى أجزاء، ويحل كل جزء على شريحة صغيرة، ليعاد تجميعها في النهاية. لكن ربما كانت تلك عملية صعبة، كما أن البرمجيات تنمو بسرعة أبطأ بكثير من المعدل الأسي الذي اعتدناه في قانون مور.

ربما تضيف هذه الإجراءات المؤقتة سنوات إلى قانون مور. لكن في النهاية لا بد أن يمضي هذا كله أيضا: نظرية الكم سوف تسيطر. هذا يعني أن يجرب الفيزيائيون طيفا واسعا من البدائل بعد أن ينتهي عصر السيليكون، كالحاسبات الكمومية

والحاسبات الجزيئية والحاسبات النانونية وحاسبات الدنا والحاسبات الضوئية... إلخ. ولا يتوافر أي من هذه التقنيات اليوم.

الوادي الغريب

لكن افترض لحظةً أننا سنتعايش يوما ما مع إنساليات متطورة جدا، ربما باستخدام شرائح بترانزيستورات جزيئية بدلا من السيليكون. كم من الشبه نريد أن يكون بيننا وبين الإنساليات؟ اليابان هي الرائدة عالميا في صنع إنساليات تشبه الحيوانات الأليفة والأطفال، لكن مصمميها حذرون من جعل إنسالياتهم تشبه البشر كثيرا، ما قد يسبب القلق. درست هذه الظاهرة لأول مرة من قبل الدكتور ماساهيرو موري في اليابان في العام 1970، ودعيت بـ«الوادي الغريب» وهي تقول إن الإنساليات سوف تبدو بشعة إذا شابهت البشر كثيرا. (ذكر هذا التأثير حقيقة لأول مرة من قبل داروين في العام 1839 في كتابه «رحلة البيغل» The Voyage of the Beagle، ومرة أخرى من قبل فرويد في العام 1919 في مقالة بعنوان « الغريب» The Uncunny). منذ ذلك الوقت درست هذه المسألة بعناية ليس من قبل باحثي الذكاء الصنعي فقط، بل من قبل صانعي الصور المتحركة، وأي شخص يسوِّق منتجا يشمل شخصيات شبيهة بالبشر. على سبيل المثال، في مراجعة لفيلم «قطار القطب السريع» The Polar Expres لاحظ كاتب الـ CNN أن « الشخصيات البشرية في الفيلم تأتي على شكل شخصيات بشعة. لذا ففيلم قطار القطب السريع في أحسن الأحوال مزعج، وفي أسوئها مخيف نوعا ما».

بحسب الدكتور موري، كلما شابهت الإنساليات البشر شعرنا بالتعاطف معها، لكن إلى حد معين. هناك انخفاض في التعاطف مع اقتراب الإنسالي من مظهر الرجل الفعلي – وبالتالي «الوادي الغريب». إذا بدا الإنسالي قريبا جدا منا، عدا بعض الخصائص القليلة «الغريبة»، فإنه سيخلق شعورا بالاشمئزاز والخوف. وإذا بدا الإنسالي بشرا 100 في المئة، بحيث لا يمكن تمييزه عني وعنك، فسوف نتعاطف إيجابيا معه مرة أخرى.

لهذا تأثيرات عملية. على سبيل المثال، هل يجب على الإنساليات أن تبتسم؟ في البداية يبدو من الواضح أن على الإنساليات أن تبتسم لتحيي الناس، وتشعرهم

بالراحة. الابتسام إشارة عامة تشير إلى الدفء والترحاب. لكن إذا كانت ابتسامة الإنسالي واقعية جدا، فستجعل جلد الناس يقشعر. (على سبيل المثال، غالبا ما تظهر أقنعة الهالوين كائنات شيطانية مبتسمة). لذا على الإنساليات أن تبتسم فقط إذا كانت بمظهر الأطفال (أي بعينين كبيرتين، ووجه مستدير) أو إذا كانت بشرية تماما، ولا شيء بينهما. (عندما نجبر أنفسنا على الابتسام ننشط عضلات الوجه بقشرتنا أمام الجبهية. لكن عندما نبتسم لأننا في مزاج جيد فإن الجهاز الحوفي يتحكم في أعصابنا، وهو ينشط مجموعة مختلفة قليلا من العضلات. ويمكن لعقولنا أن تعرف الفارق الخفيف بين الحالتين، وهذا مفيد لتطورنا).

يمكن دراسة هذا التأثير أيضا باستخدام مسوحات الدماغ. دعنا نقل إن شخصا وضع ضمن آلة MRI وعرضت عليه صورة لإنسالي يبدو مثل البشر تماما، عدا أن حركات جسده ميكانيكية وثقيلة قليلا. يحاول الدماغ، كلما رأى شيئا، أن يتنبأ بحركة الجسم في المستقبل. لذا عند النظر إلى إنسالي يبدو مثل البشر، يتنبأ الدماغ بأنه سيتحرك مثل البشر. لكن عندما يتحرك الإنسالي مثل آلة، سيكون هناك عدم تطابق يجعلنا غير مرتاحين. بشكل خاص، يلمع الفص الجداري (خاصة الجزء من الفص حيث تتصل قشرة المحرك بالقشرة البصرية). من المعتقد أن العصبونات المرآتية توجد في هذه المنطقة من الفص الجداري. وهذا منطقي، لأن القشرة البصرية تلتقط صورة الإنسالي الشبيه بالبشر، وتتنبأ قشرة المحرك بعصبوناتها المرآتية بحركاته. في النهاية من المحتمل أن القشرة الجبهية الحجاجية الموجودة خلف العينين مباشرة تضع كل شيء بعضه مع بعض، وتشير إلى أن «هناك غلطا ما».

يعرف صانعو الأفلام في هوليوود هذا التأثير. عندما يصرفون الملايين على صنع فيلم رعب، يعلمون أن المشهد الأكثر رعبا ليس عندما يصدر صوت هائل أو يقفز وحش فرانكشتايني من الغابة، بل عندما يكون هناك تشويه عكسي لما هو مألوف. فكر في فيلم (الإكسورسيت) «طارد الشيطان» The Exorcist. ما المشهد الذي جعل رواد السينما يتقيأون وهم يركضون للهرب من المسرح أو الإغماء في مقاعدهم؟ هل كان المشهد عندما ظهر الشيطان؟ لا، انفجرت المسارح حول العالم بصرخات مرعبة ونحيب مرتفع عندما أدارت ليندا بلير رأسها كاملا.

يمكن توضيح هذا التأثير أيضا بالنسبة إلى صغار القردة. إذا أريتهم صور دراكولا

أو فرانكشتاين، فإنهم ببساطة سيضحكون ويمزقون هذه الصور. لكن ما يجعل هذه القردة الصغيرة تصرخ برعب هو صورة قرد مشوه. مرة أخرى، فإن تشويه العادي هو الذي يثير أشد أشكال الخوف. (في الفصل الثاني ذكرنا أن نظرية الزمكان للوعي تفسر طبيعة الدعابة، بما أن الدماغ يمثل مستقبل النكتة، لكنه يتعجب عند سماع القفلة. يفسر هذا طبيعة الرعب أيضا. يمثل الدماغ مستقبل حادث عادي، لكنه يصدم عندما تصبح الأشياء مشوهة فجأة بشكل مخيف).

لهذا السبب ستستمر الإنساليات في الظهور بمظهر طفولي حتى مع اقترابها من الذكاء البشري. فقط عندما تستطيع الإنساليات التصرف فعليا مثل البشر سيجعلها مصمموها تبدو كالبشر تماما.

الوعي السيليكوني

كما رأينا، فإن الوعي البشري عبارة عن أجزاء غير تامة من قدرات مختلفة تطورت على مدى ملايين السنين. بامتلاكها معلومات حول عالمها المادي والاجتماعي، ربما تستطيع الإنساليات خلق تمثيلات مشابهة لتمثيلاتنا (أو من بعض النواحي متفوقة عليها)، لكن الوعي السيليكوني قد يختلف عن وعينا في مجالين رئيسين: العواطف والأهداف.

تاريخيا، تجاهل باحثو الذكاء الصنعي مسألة العواطف، معتبرين إياها قضية ثانوية. كان الهدف خلق إنسالي منطقي وعقلاني وليس مشتت التفكير ومندفعا. بالتالي، ركز الخيال العلمي في الخمسينيات والستينيات على إنساليات (وأشباه بشر، مثل الدكتور سبوك في مسلسل ستار ترك) لديها أدمغة منطقية كاملة.

رأينا مع الوادي الغريب أن على الإنساليات أن تبدو بشكل معين إذا كانت ستدخل بيوتنا، لكن بعض الناس يحاججون بأن على الإنساليات أن تمتلك عواطف أيضا، بحيث يمكننا الارتباط معها والعناية بها والتفاعل معها بصورة منتجة. بعبارة أخرى، تحتاج الإنساليات إلى وعي من المستوى 2. لتحقيق هذا على الإنساليات أولا أن تتعرف على المجال الكامل للعواطف الإنسانية. بتحليل حركات الحاجبين ورموش العينين والشفاه والخدين... إلخ سيتمكن الإنسالي من تمييز الحالة العاطفية لإنسان مثل مالكه. إحدى المؤسسات التي برعت في صنع إنساليات تتعرف على

الحركة وتقلدها هي مختبر وسائط معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT. كان لي شرف زيارة المختبر خارج بوسطن في مناسبات عدة[7]. إنها تشبه زيارة مصنع ألعاب للكبار. أينما نظرت ترى أجهزة مستقبلية ذات تقنية عالية صُممت لجعل حياتنا أكثر متعة وراحة وإثارة.

حين تلفت حولي في الغرفة رأيت العديد من الرسوم ذات التقنية العالية التي وجدت طريقها في النهاية إلى أفلام هوليوود مثل «تقرير الأقلية» Minority Report و«الذكاء الصنعي» AI. وبينما كنت أتجول خلال ملعب المستقبل هذا، صادفت إنسالين غريبين هما «هاغابل» و«نيكسي». شرحت صانعتهما الدكتورة سينثيا بريزيل لي أن لهذه الإنساليات أهدافا محددة. هاغابل إنسالي على شكل دب صغير محبوب يمكنه التواصل مع الأطفال، كما يمكنه تمييز عواطف الأطفال، لديه آلات تصوير فيديوية على شكل عينين، وناطق كفم، وحساسات كجلد (لذا يمكنه أن يعلم متى يداعب أو يدغدغ أو يضم). في النهاية، ربما يصبح إنسالي كهذا معلما أو مرافق أطفال أو مساعد تمريض أو رفيق لعب.

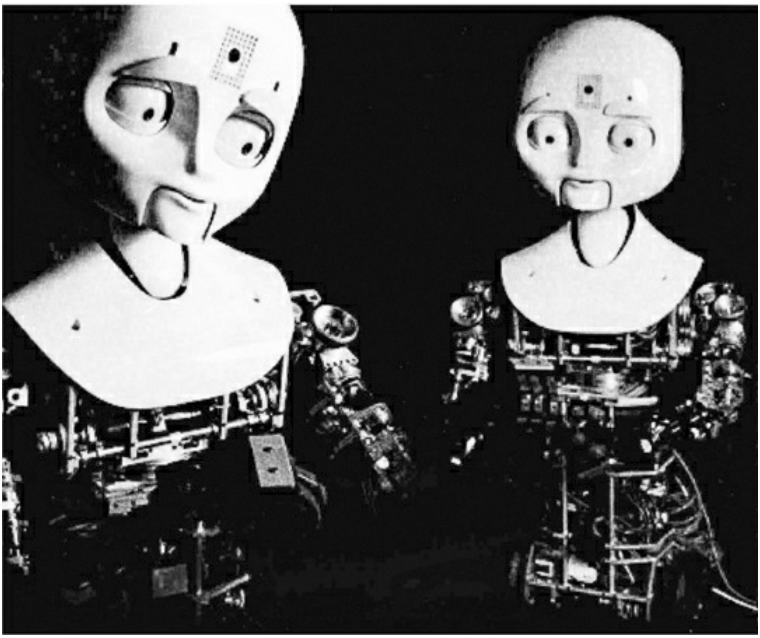
أما نيكسي فيمكنه التواصل مع البالغين. يبدو قليلا مثل «بيلسباري دوبوي»(*). كان له وجه منتفخ مدور ودود بعينين كبيرتين يمكنهما التلفت. وقد اختُبر مسبقا في دار تمريض فأحبه المرضى المسنون جميعهم. ما إن تعوّد المسنون نيكسي حتى أصبحوا يقبلونه ويحاكونه ويفتقدونه عندما يغادر (انظر الشكل 12).

أخبرتني الدكتورة بريزيل أنها صممت هاغابل ونيكسي لأنها لم تكن راضية عن الإنساليات الأسبق، والتي بدت مثل قوارير صغيرة ممتلئة بالأسلاك والمسننات والمحركات. من أجل تصميم إنسالي يمكنه التفاعل عاطفيا مع الناس، كانت في حاجة إلى معرفة كيف ستجعله يؤدي عمله ويرتبط بالآخرين كما نفعل نحن. إضافة إلى ذلك، احتاجت إلى إنسالي لا يبقى على رف المخبر، بل يستطيع المغامرة وولوج العالم الحقيقي. يقول المدير السابق لمخبر وسائط الـ MIT الدكتور فرانك موس «هذا هو السبب وراء قرار بريزيل العام 2004 بأن الوقت قد حان لصنع جيل

(*)Pillsbury Doughboy، صبي العجين هو الشخصية التي ابتدعتها شركة بيلزبيري للكعك للإعلان عن منتجاتها وتسويقها. [المحررة].

جديد من الإنساليات الاجتماعية التي يمكنها العيش في أي مكان: البيوت والمدارس والمستشفيات ودور رعاية المسنين وما إلى ذلك»[8].

في جامعة واسيدا في اليابان يعمل العلماء على إنسالي يمتلك حركات لأعلى الجسم تمثل العواطف (الخوف والغضب والدهشة والفرح والاشمئزاز والحزن) ويمكنه السمع والشم والرؤية واللمس[9]. بُرمج ليؤدي مهمات بسيطة، مثل إشباع نهمه للطاقة وتجنب الظروف الخطيرة. هدفهم هو دمج الأحاسيس بالعواطف، بحيث يتصرف الإنسالي بالطريقة المناسبة في ظروف مختلفة[10].



الشكل (12): هاغابل (أعلى) ونيكسي (في الأسفل) إنساليان صنعا في مختبر MIT للوسائط، وصمما خصيصا للتفاعل مع البشر عبر العواطف.

وحتى لا تتخلف عن الركب، تمول الهيئة الأوروبية مشروعا قائما يدعى فيليكس غروينغ، والذي يبحث عن تطوير الذكاء الصنعي في المملكة المتحدة وفرنسا وسويسرا واليونان والدنمارك.

إنساليات عاطفية

فلنتعرف على «ناو». (11)

عندما يكون سعيدا، يمد يديه ليحييك، طالبا منك ضمة كبيرة. وعندما يكون حزينا يخفض وجهه للأسفل ويبدو وحيدا، بكتفيه المقوستين للأمام. وعندما يكون خائفا ينكمش من الخوف حتى يربت شخص ما على رأسه مطمئنا.

إنه مثل صبي في العام الأول من العمر، عدا إنه إنسالي. يبلغ طول ناو قدما ونصف القدم، ويبدو مثل بعض الإنساليات التي تراها في دكان ألعاب، مثل «المتحولين» Transformers، عدا أنه أحد أكثر الإنساليات العاطفية تطورا على الأرض. صنع من قبل علماء من جامعة هيرتفوردشاير في المملكة المتحدة مولت بحوثهم من قبل الاتحاد الأوروبي.

برمجه صانعوه ليظهر مشاعر كالسعادة والحزن والخوف والإثارة والفخر. وبينما كان للإنساليات الأخرى إشارات لفظية ووجهية توصل عواطفهم، يبرع ناو في لغة الجسد، مثل وضع الجسم والإشارة، حتى إن ناو يرقص.

وعلى النقيض من إنساليات أخرى تتخصص في إتقان مجال معين من العواطف، أتقن ناو مجالا واسعا من الاستجابات العاطفية. أولا يحدق ناو في وجوه الزوار، ويميزهم ويتذكر تفاعلاته السابقة مع كل منهم. ثانيا، يبدأ بتتبع حركاتهم. على سبيل المثال، يستطيع أن يلاحق نظراتهم، ويعرف ما الذي ينظرون إليه. ثالثا، يبدأ في الارتباط بهم، ويتعلم الاستجابة لإشاراتهم. على سبيل المثال، إذا ابتسمت له أو ربت على رأسه فإنه يعلم أن هذه علامة إيجابية. ولأن دماغه يحتوي على شبكات عصبونية فإنه يتعلم من التفاعلات مع البشر. رابعا، يظهر ناو عواطفه استجابة لتفاعلاته مع الناس. (استجاباته العاطفية كلها مبرمجة مسبقا مثل مسجل شريط، لكنه يقرر أي عاطفة ينتقي لتناسب الظرف). وأخيرا، كلما تفاعل ناو مع البشر أصبح أفضل في فهم أمزجتهم، وأصبحت الرابطة بينهما أقوى.

لا يمتلك ناو شخصية واحدة فقط، لكن بإمكانه أن تكون له عدة شخصيات. ولأنه يتعلم من تفاعلاته مع البشر وكل تفاعل فريد من نوعه، تبدأ في النهاية شخصيات مختلفة في الظهور. على سبيل المثال ربما تكون إحدى الشخصيات مستقلة

تماما، لا تتطلب الكثير من التوجيه من البشر. شخصية أخرى قد تكون خجولة وخائفة، تفزع من أجسام في غرفة، وتتطلب تدخل البشر باستمرار.

رئيسة مشروع ناو هي الدكتورة لولا كانيمارو، وهي عالمة حاسوب في جامعة هيرتفوردشاير. للبدء في هذا المشروع الطموح حللت تفاعلات الشمبانزي. كان هدفها إعادة إنتاج التصرف العاطفي لشمبانزي في السنة الأولى من عمره قدر ما تستطيع.

ترى الدكتورة لولا تطبيقات مباشرة لهذه الإنساليات العاطفية. ومثل الدكتورة بريزيل، تريد أن تستخدم هذه الإنساليات لتخفيف قلق الأطفال الصغار في المشافي. تقول: «نريد أن نختبر أدوارا مختلفة – ستساعد الإنساليات الأطفال في فهم رحلة علاجهم، وتشرح لهم ما الذي عليهم أن يفعلوه. نريد مساعدة الأطفال على التحكم في قلقهم».

إمكانية أخرى هي أن تصبح الإنساليات مرافقين في دور الرعاية. يمكن لناو أن يصبح إضافة مفيدة للعاملين في مشفى. في مرحلة ما، ربما تصبح إنساليات كتلك رفاق لعب للأطفال، وجزءا من العائلة.

«من الصعب التنبؤ بالمستقبل، لكن لن يمضي وقت طويل قبل أن يصبح الحاسوب أمامك إنساليا اجتماعيا. سيمكنك التحدث معه، والتغزل به، أو حتى الغضب منه والصراخ فيه – وسيفهمك ويفهم عواطفك»[(12)]، يقول الدكتور تيرينس سيجنوفسكي من معهد سولك بالقرب من سان دييغو. هذا هو الجزء السهل. الجزء الصعب هو قياس استجابة الإنسالي بناء على هذه المعلومات. إذا كان المالك غاضبا أو غير مسرور، فيجب أن يكون الإنسالي قادرا على إدخال ذلك ضمن استجابته.

العواطف: تحديد ما المهم

الأكثر من ذلك، بدأ باحثو الذكاء الصنعي يدركون أن العواطف قد تكون المفتاح إلى الوعي. اكتشف علماء الأعصاب، مثل الدكتور أنطونيو داماسيو، أنه عندما تكون الوصلة بين الفص الجبهوي (والذي يتحكم في التفكير العقلاني) والمراكز العاطفية (أي النظام الحوفي) معطلة، لا يستطيع المرضى إعطاء حكم قيمي[(13)]. إنهم مشلولون عندما يتخذون أبسط القرارات (ما الأشياء التي يشترونها، ومتى يحددون موعدا،

وأي قلم ملون يستخدمون) لأن كل شيء له القيمة نفسها بالنسبة إليهم. بالتالي، ليست العواطف ترفا، إنها ضرورية حتما، ومن دونها سيصعب على الإنسالي أن يقرر ما هو مهم وما هو غير مهم. لذا فالعواطف بدلا من أن تكون هامشية لتطور الذكاء الصنعي، تؤدي الآن دورا محوريا فيه.

إذا صادف إنسالي نارا متأججة، فربما سينقذ سجلات الحاسوب أولا، وليس الناس، ربما لأن برمجته تقول له إن السجلات الثمينة لا يمكن استبدالها، بينما يمكن استبدال العاملين دوما. من المهم أن تبرمج الإنساليات بحيث تميز بين ما هو مهم وما هو ليس كذلك، والعواطف طرق مختصرة يستخدمها العقل لتقرير ذلك بسرعة. لذا يجب برمجة الإنساليات بحيث يكون لها نظام قيمي - وهو أن الحياة البشرية أهم من الأشياء المادية، وأنه يجب إنقاذ الأطفال أولا في حالة طوارئ، وأن الأشياء ذات السعر الأعلى أكثر قيمة من تلك ذات السعر الأدنى... إلخ. بما أن الإنساليات ليست مجهزة بقيم، لذا يجب تحميل قائمة ضخمة من أحكام القيمة عليها.

المشكلة بالنسبة إلى العواطف، مع ذلك، أنها أحيانا غير عقلانية، بينما تكون الإنساليات دقيقة رياضيا. لذا قد يختلف الوعي السيليكوني عن الوعي الإنساني بطرق رئيسة. على سبيل المثال، يمتلك البشر تحكما قليلا في عواطفهم، بما أنها تحدث بسرعة كبيرة، ولأنها تنشأ في الجهاز الحوفي، وليس في القشرة الجبهية للدماغ. والأكثر من ذلك أن عواطفنا غالبا ما تكون متحيزة. أظهرت اختبارات عديدة أننا نميل إلى زيادة تقدير قدرات الناس الذين يتسمون بالوسامة والجمال. يميل الناس المتميزون بالوسامة إلى الارتقاء في سلم المجتمع، والحصول على وظائف أفضل، على الرغم من أنهم قد لا يمتلكون موهبة الآخرين. وكما تذهب المقولة السائدة: «للجمال مزاياه».

بالمثل، ربما لا يأخذ الوعي السيليكوني في الحسبان الدلائل العميقة التي يستخدمها البشر عندما يقابل بعضهم بعضا كلغة الجسم مثلا. عندما يدخل الناس غرفة ما يذعن الشباب إلى الأكبر سنا، ويظهر الأعضاء الأقل مكانة احتراما زائدا للموظفين الأعلى رتبة. نظهر احترامنا بالطريقة التي نحرك بها أجسامنا، ونختار بها كلماتنا وإشاراتنا. ولأن لغة الجسم أقدم من اللغة المحكية نفسها، فهي مرتبطة بالدماغ بطرق عميقة. على الإنساليات إذا أريد لها التواصل مع الناس اجتماعيا أن تتعلم هذه الدلائل اللاواعية.

يتأثر وعينا بحالات شاذة من تاريخنا التطوري، والذي لن تمتلكه الإنساليات، لذا ربما لن يمتلك الوعي السيليكوني الثغرات والشذوذات نفسها التي نمتلكها.

قائمة من العواطف

بما أن العواطف في الإنساليات تبرمج من الخارج، فقد يقدم المصنعون قائمة من العواطف تُختار بدقة على أساس ما إذا كانت ضرورية أو مفيدة أو ستزيد الترابط مع المالك.

في جميع الاحتمالات، ستبرمج الإنساليات بحيث تمتلك عددا قليلا من العواطف البشرية، بحسب الظروف. ربما كانت العاطفة الأكثر أهمية بالنسبة إلى المالك هي الإخلاص. يريد المرء إنساليا ينفذ أوامره بإخلاص ومن دون تذمر، ويفهم حاجات سيده ويتوقعها. وآخر ما يريده المالك هو إنسالي يرد بوقاحة وينتقد الناس ويتأفف. النقد المفيد ضروري، لكن يجب أن يحدث بطريقة لبقة وبناءة. أيضا لو أعطى البشر الإنسالي أوامر متناقضة فيجب أن يعرف كيف يتجاهلها كلها عدا تلك التي تأتي من مالكه.

التعاطف عاطفة أخرى يقدرها المالك. الإنساليات التي تمتلك التعاطف سوف تفهم مشاكل الآخرين، وتساعدهم. بترجمة حركات الوجه والاستماع لنبرة الصوت، ستستطيع الإنساليات أن تميز متى يكون الشخص في مشكلة، وستقدم المعونة متى كان ذلك ممكنا.

من الغريب أن الخوف عاطفة أخرى مرغوب فيها. أعطانا التطور الشعور بالخوف لسبب وجيه، وهو تجنب أشياء معينة خطرة. على الرغم من أن الإنساليات ستصنع من الفولاذ، فإنها يجب أن تخاف من أشياء معينة يمكن أن تعطلها، مثل السقوط من بناء مرتفع، أو الدخول في نار مشتعلة. فالإنسالي الذي لا يخاف أبدا لا قيمة له إذا كان سيحطم نفسه.

لكن ربما يجب محو بعض العواطف أو منعها أو تنظيمها بدقة، كالغضب. بما أن الإنساليات يمكن أن تصنع بحيث تتمتع بقوة مادية كبيرة، فربما يسبب إنسالي غاضب مشاكل هائلة في المنزل، ومكان العمل. يمكن للغضب أن يعيقه عن أداء واجباته، ويسبب ضررا بالغا للممتلكات. (كان الهدف التطوري الأصلي

من الغضب هو إظهار عدم رضانا. يمكن أن يتم هذا بطريقة عقلانية، وباندفاع أقل، ومن دون غضب).

عاطفة أخرى يجب إلغاؤها هي الرغبة في القيادة. فالإنسالي الذي يحب التزعم سيثير المشاكل، وربما يتحدى حكم مالكه ورغباته. (هذه النقطة مهمة أيضا عندما نناقش ما إذا كانت الإنساليات يوما ما ستسيطر على البشر). لذا على الإنسالي أن يذعن لرغبات مالكه، حتى لو لم يكن هذا هو أفضل الطرق.

لكن ربما كانت الفكاهة أصعب عاطفة، والتي هي بمنزلة لصاق يربط غرباء تماما بعضهم ببعض. يمكن لنكتة بسيطة أن تنزع فتيل ظرف متوتر، أو تشعله. الآليات الرئيسة للفكاهة بسيطة: إنها تشمل سطرا رئيسا غير متوقع. لكن معاني النكتة يمكن أن تكون ضخمة. في الحقيقة نقيس غالبا الناس الآخرين بالطريقة التي يتفاعلون بها مع نكات معينة. لو استخدم البشر النكتة كمقياس لتقييم البشر الآخرين، يمكن للمرء أن يقدر صعوبة خلق إنسالي يميز النكتة المضحكة. الرئيس رونالد ريغان، على سبيل المثال، اشتهر في تخفيف وطأة أكثر الأسئلة صعوبة باستخدام السخرية. في الحقيقة، فقد أطلق عددا كبيرا من النكات والتعليقات اللاذعة والعبارات المضحكة لأنه فهم قوة النكتة. (استنتج بعض المعلقين أنه ربح المساجلة الرئاسية ضد والتر مونديل عندما سئل فيما إذا كان كبيرا جدا في السن ليكون رئيسا. أجاب ريغان بأنه لن يستخدم صغر سن منافسه ضده). أيضا، يمكن أن يكون للضحك بشكل غير مناسب عواقب وخيمة (وهو في الحقيقة دليل على مرض عقلي). على الإنسالي أن يميز بين الضحك مع شخص، والضحك عليه. (يدرك الممثلون الطبيعة المتنوعة للفكاهة. وهم ماهرون بما يكفي لخلق الضحك الذي يمكنه أن يمثل الرعب أو الانتقاد أو السرور أو الغضب أو الأسى... إلخ). لذا، على الأقل حتى تصبح نظرية الذكاء الصنعي أكثر تطورا، يجب أن تبقى الإنساليات بعيدة عن الضحك والفكاهة.

برمجة العواطف

في هذا النقاش تجنبنا حتى الآن السؤال الصعب حول كيفية برمجة هذه العواطف في حاسوب. وبسبب تعقيدها، ربما يجب برمجة العواطف على مراحل.

أولا، الجزء السهل هو تمييز عاطفة ما بتحليل الإشارات في وجه الشخص أو شفتيه أو حاجبيه أو نبرة صوته. تقنية التعرف على الوجه اليوم قادرة بالفعل على خلق قاموس من العواطف، بحيث تعني تعبيرات وجه معينة أشياء معينة. هذه العملية ترجع في الحقيقة إلى تشارلز داروين، الذي قضى قدرا كبيرا من الوقت يصنف العواطف المشتركة للحيوانات والإنسان.

ثانيا، على الإنساليات أن تستجيب بسرعة إلى هذه العاطفة. هذا سهل أيضا. إذا ضحك شخص فسيبتسم الإنسالي. إذا غضب شخص فسيحاول الإنسالي جاهدا تجنب النزاع معه. سيمتلك الإنسالي موسوعة كبيرة من العواطف المبرمجة، وبالتالي سيعرف كيف يستجيب بسرعة لكل شخص.

المرحلة الثالثة، ربما كانت هي الأصعب لأنها تشمل محاولة تقرير العاطفة المؤسسة للعاطفة الأصلية. هذا صعب لأن ظروفا مختلفة يمكنها أن تطلق عاطفة واحدة. ربما يعني الضحك أن شخصا ما مسرور، أو سمع نكتة، أو شاهد شخصا يسقط. أو ربما تعني أن شخصا ما مضطرب وقلق، أو يقصد إهانة آخر. بالمثل، لو كان شخص ما يصرخ ربما تكون حالة طارئة أو ربما يتفاعل شخص ما بسرور ودهشة. إن تحديد السبب وراء العاطفة مهارة صعبة حتى بالنسبة إلى البشر. لفعل هذا على الإنسالي أن يسجل أسبابا محتملة عدة وراء العاطفة، ويحاول تقرير السبب الأكثر قربا. هذا يعني محاولة إيجاد سبب وراء العاطفة التي تناسب البيانات بشكل أفضل.

ورابعا، لا يكاد إن يقرر الإنسالي أصل هذه العاطفة حتى يتعين عليه أن يأتي باستجابة ملائمة. هذا صعب أيضا لأن هناك غالبا استجابات عدة ممكنة، وربما تجعل الاستجابة الخطأ الوضع أسوأ. يمتلك الإنسالي مسبقا ضمن برمجياته قائمة من الاستجابات الممكنة للعاطفة الأصلية. وعليه أن يحسب أي واحدة منها ستخدم الوضع بشكل أفضل، مما يعني تمثيل المستقبل.

هل ستكذب الإنساليات؟

ربما نعتقد عادة أن الإنساليات عقلانية، تحلل ببرود، وتقول الحقيقة دوما. لكن ما إن يندمج الإنسالي في المجتمع، حتى يتعين عليه أن يتعلم الكذب، أو على الأقل أن يقيد تعليقاته بحصافة.

في حياتنا، نواجه عدة مرات في يوم عادي بظروف تستدعي أن نكذب فيها كذبة بيضاء. لو سألنا أناسا كيف يبدون، لا نجرؤ غالبا على قول الحقيقة. الكذبات البيضاء في الحقيقة هي كالشحم الذي يجعل عجلة المجتمع تدور بنعومة. لو أجبرنا فجأة على قول الحقيقة بكاملها (مثل جيم كاري في فيلم «كذاب كذاب» Liar Liar)، من المحتمل أن ننتهي بخلق الفوضى وإيذاء الناس. سيشعر الناس بالإهانة لو أخبرتهم كيف يبدون حقيقة، أو كيف تشعر حقيقة نحوهم. سيطردك الرؤساء. وسيهجرك العشاق. وسيتخلى عنك الأصدقاء. وسيصفعك الغرباء. من الأفضل أن تبقى بعض الآراء سرية.

وبالطريقة نفسها، ربما على الإنساليات أن تتعلم كيف تكذب، أو تخفي الحقيقة، وإلا فسينتهي الأمر بها إلى الإساءة إلى الناس وإلى إيقافها من قبل مالكيها. لو قال الإنسالي الحقيقة في حفلة ما، فسوف يؤثر بشكل سيئ في مالكه، وسيخلق ضجة. لذا لو سأله شخص عن رأيه، فعليه أن يتعلم كيف يكون مراوغا وديبلوماسيا وحصيفا. عليه إما أن يتجنب السؤال، أو يغير الموضوع، أو يعطي جوابا لا معنى له، أو يجيب بسؤال، أو يقول كذبات بيضاء (الأشياء كلها التي يزداد إتقان آلات الحديث chat-bots لها اليوم). هذا يعني أن الإنسالي قد برمج مسبقا ليحصل على قائمة من الاستجابات المراوغة الممكنة، وعليه أن يختار الاستجابة التي تخلق أقل قدر من المشاكل له.

إحدى المرات القليلة التي سيقول فيها الإنسالي الحقيقة بكاملها هي عندما يُسأل سؤالا مباشرا من صاحبه الذي يعرف أن الجواب قد يكون صادقا بشكل فظ. ربما تكون المرة الأخرى التي على الإنسالي أن يقول فيها الحقيقة هي عندما يستجوب من الشرطة، وتكون الحقيقة المطلقة ضرورية. عدا ذلك، تستطيع الإنساليات أن تكذب بحرية، أو تخفي الحقيقة بكاملها للحفاظ على دوران عجلات المجتمع.

بعبارة أخرى يجب أن تدمج الإنساليات اجتماعيا، كالمراهقين تماما.

يمكن للإنسالي أن يشعر بالألم؟

يطلب من الإنساليات عموما أن تؤدي أنواعا مملة ووسخة وخطرة من العمل. ليس هناك سبب في عدم قيام الإنساليات بوظائف وسخة ومتكررة دوما، لأننا

سنبرمجها بحيث لا تشعر بالاشمئزاز أو الملل. المشكلة الحقيقية تظهر عندما تواجه الإنساليات بوظائف خطرة. عند هذه المرحلة قد نريد أن نبرمجها بحيث تشعر بالألم.

طور الإنسان الإحساس بالألم ليساعده على البقاء في بيئة خطرة. هناك تشوه جيني يؤدي إلى ولادة الأطفال بلا شعور بالألم. يدعى هذا انعدام الإحساس الخلقي بالألم congenital analgesia. من النظرة الأولى، قد يبدو هذا نعمة، حيث لا يبكي هؤلاء الأطفال عندما يجرحون، لكنه في الحقيقة نقمة. فالأطفال المصابون بهذا التشوه لديهم مشاكل خطرة، مثل قضم أجزاء من ألسنتهم، ومعاناة حروق شديدة للجلد، وجرح أنفسهم، وغالبا ما يؤدي إلى قطع أصابعهم. ينبهنا الألم إلى الخطر، ويخبرنا متى نزيح يدنا من مدفأة حارقة، أو نتوقف عن الركض بكاحل ملتوٍ.

في مرحلة ما، يجب برمجة الإنساليات بحيث تشعر بالألم، وإلا فلن تعلم متى تتجنب الأوضاع الخطرة. أول شعور بالألم عليها أن تمتلكه هو الجوع (أي النهم لطاقة كهربائية). مع نضوب بطارياتها، ستصبح أكثر يأسا وطلبا، وتدرك أن داراتها ستغلق قريبا، بحيث تترك عملها كله في حالة من الفوضى. كلما كانت أقرب إلى نضوب طاقتها، اشتد قلقها.

أيضا، بغض النظر عن مدى قوتها، ربما تلتقط الإنساليات بالمصادفة جسما ثقيلا جدا، مما قد يسبب كسر أطرافها. أو ربما تعاني حرارة زائدة بالعمل في مصنع لصهر المعادن، أو بالدخول في بناء محترق لمساعدة رجال الإطفاء. ستحذرها حساسات الحرارة والتعب إلى أن مواصفات تصميمها قد تم تجاوزها.

لكن، لا يكاد يضاف شعور الألم إلى قائمة عواطفها، حتى يثير فورا قضايا أخلاقية. يعتقد العديد من الناس أن علينا ألا نسبب ألما غير ضروري للحيوانات، وربما يشعر الناس بالشعور نفسه بالنسبة إلى الإنساليات أيضا. يفتح هذا البابَ لحقوق الإنساليات. ربما تستوجب سن قوانين لتقييد كمية الألم والخطر التي يعرض الإنسالي لها. لن يهتم الناس لو أدى الإنسالي مهمات وسخة أو مملة، لكن لو شعر بالألم في أثناء القيام بمهمات خطيرة، فربما يبدأون بالضغط لسن قوانين تحمي الإنساليات. ربما يثير هذا نزاعا قانونيا، حيث يدافع المالكون والمصنعون للإنساليات عن زيادة مستوى الألم التي يمكن للإنساليات أن تتحملها، بينما يحاجج الأخلاقيون لتخفيضها.

قد يثير هذا بدوره نقاشات أخلاقية أخرى حول حقوق الإنساليات الأخرى. هل

يمكن للإنسالي أن يتملك؟ ما الذي يحدث لو أنه آذى شخصا بالمصادفة؟ هل يمكن ملاحقته أو معاقبته؟ من المسؤول في دعوى قانونية؟ هل يمكن لإنسالي أن يمتلك إنساليا آخر؟ يثير هذا النقاش سؤالا حرجا آخر: هل يجب أن تعطى الإنساليات حسا أخلاقيا؟

إنساليات أخلاقية

بداية، تبدو فكرة الإنساليات الأخلاقية مضيعة للوقت والجهد. لكن هذا السؤال يصبح ملحا عندما ندرك أن الإنساليات ستتخذ قرارات تتعلق بالموت والحياة. بما أنها ستكون قوية، ولها القدرة على إنقاذ الحياة، فعليها أن تأخذ خيارات أخلاقية ضمن أجزاء من الثانية حول من ستنقذه أولا.

دعنا نقل إن هناك زلزالا مدمرا، وأن هناك أطفالا محصورين في بناء يتداعى بسرعة. كيف يجب على الإنسالي أن يخصص طاقته؟ هل عليه أن يحاول إنقاذ العدد الأكبر من الأطفال؟ أو من الأصغر سنا؟ أو الأشد عرضة للموت؟ لو كان الحطام ثقيلا جدا ربما يعطل الإنسالي إلكترونياته. لذا على الإنسالي أن يجيب عن سؤال أخلاقي آخر: كيف يمكنه مقارنة عدد الأطفال الذين ينقذهم، مقابل الضرر الذي سيتسبب فيه لإلكترونياته؟

من دون برمجة صحيحة ربما يتوقف الإنسالي ببساطة، منتظرا أن يتخذ الإنسان القرار النهائي، مضيعا بذلك وقتا ثمينا. لذا يجب أن يبرمجه شخص ما مسبقا بحيث يأخذ الإنسالي آليا القرار «الصحيح».

يجب أن تبرمج هذه القرارات الأخلاقية مسبقا في الحاسوب من البداية، لأنه لا يوجد قانون في الرياضيات يمكنه تقييم عملية إنقاذ مجموعة من الأطفال. وضمن برمجته، يجب أن تكون هناك قائمة طويلة من الأشياء، مصنفة بحسب أهميتها. وهذه عملية معقدة. في الحقيقة، ربما يستغرق الأمر أحيانا من شخص ما عمرا بأكمله ليتعلم هذه الدروس الأخلاقية، لكن على الإنسالي أن يتعلمها بسرعة، قبل أن يغادر المصنع، إذا كان سيدخل المجتمع بأمان.

يمكن للناس فقط أن يقوموا بهذا، وعندها أيضا يمكن للمسائل الأخلاقية أن تثير حيرتنا. لكن هذا يطرح السؤال: من سيتخذ القرارات؟ من يقرر أولويات الإنسالي بإنقاذ حياة البشر؟

ربما يحل السؤال بشأن كيف ستتخذ القرارات في النهاية عبر مزيج من القانون وقوى السوق. يجب إصدار قوانين بحيث يكون هناك، كحد أدنى، تصنيف لأهمية من سينقذ أولا في حالة طارئة. لكن وراء ذلك هناك آلاف الأسئلة الأخلاقية الأدق. هذه القرارات الأعقد قد تقرر من قبل قوى السوق والحس السليم.

لو كنت تعمل لمؤسسة أمنية تحرس أناسا مهمين، فعليك أن تخبر الإنسالي كيف ينقذ الناس بترتيب معين في ظروف مختلفة، على أساس اعتبارات مثل تنفيذ الواجب الأول، لكن تنفيذه أيضا ضمن الموازنة.

ما الذي سيحدث لو اشترى مجرم إنساليا وأراد أن يرتكب هذا الإنسالي جريمة؟ يثير هذا سؤالا: هل يُسمح للإنسالي أن يتحدى مالكه لو طلب منه أن يخالف القانون؟ رأينا من المثال السابق أنه تجب برمجة الإنساليات لتفهم القانون، وتتخذ قرارات أخلاقية أيضا. لذا لو طلب منه أن يخالف القانون، فيجب أن يسمح له بمخالفة هذا الأمر.

هناك أيضا مشكلة أخلاقية يطرحها الإنسالي تعكس معتقدات مالكيه، الذين ربما نكون لهم أخلاقا وأعرافا اجتماعية متباعدة. «حرب الثقافات» التي نراها في المجتمع اليوم ستتضخم فقط عندما نمتلك إنساليات تعكس آراء مالكيها ومعتقداتهم. بمعنى ما فإن هذا النزاع حتمي. فالإنساليات عبارة عن امتدادات ميكانيكية لأحلام خالقيها ورغباتهم، وعندما تصبح الإنساليات ذكية بما يكفي لاتخاذ قرارات أخلاقية فإنها ستقوم بذلك.

ربما تظهر خطوط صدع المجتمع عندما تبدأ الإنساليات بعرض تصرفات تتحدى قيمنا وأهدافنا. ربما تتعارك إنساليات مملوكة من مراهقين يغادرون حفلة موسيقة صاخبة، مع إنساليات مملوكة من كبار السن القاطنين في ضاحية هادئة. ربما برمجت المجموعة الأولى من الإنساليات لتضخم أصوات أحدث الفرق الموسيقية، بينما برمجت المجموعة الثانية لإبقاء مستويات الضجيج عند حدها الأدنى. ربما تدخل إنساليات مملوكة من أصوليين مخلصين يذهبون إلى الكنيسة في مجادلات مع إنساليات مملوكة من ملحدين. تصمم الإنساليات من أمم وثقافات مختلفة لتعكس أخلاق مجتمعاتها، والتي من الممكن أن تتصادم (حتى بالنسبة إلى البشر، فضلا عن الإنساليات).

لذا كيف يمكن للمرء أن يبرمج الإنساليات بحيث يتخلص من هذه النزاعات؟

لا يمكنك ذلك. فالإنساليات سوف تعكس ببساطة تحيز صانعيها وتعصبهم. في النهاية يجب حل الخلافات الثقافية والأخلاقية بين هذه الإنساليات في المحاكم. ليس هناك قانون في الفيزياء أو العلم يقرر هذه المسائل الأخلاقية، لذا يجب في النهاية كتابة قوانين لمعالجة هذه النزاعات الاجتماعية. ولا تستطيع الإنساليات حل المشاكل الأخلاقية التي يخلقها البشر. في الحقيقة، ربما تضخم الإنساليات هذه المشاكل.

لكن إذا كان باستطاعة الإنساليات أن تتخذ قرارات أخلاقية وقانونية، هل يمكنها أيضا الإحساس بالمشاعر وفهمها؟ لو أنها نجحت في إنقاذ شخص ما، فهل يمكنها اختبار الشعور بالسرور نتيجة لذلك؟ أو هل يمكنها حتى الإحساس بأشياء مثل اللون الأحمر؟ إن تحليل أخلاقيات الإنقاذ ببرود شيء، لكن الفهم والشعور شيء آخر. فهل باستطاعة الإنساليات الشعور؟

هل تستطيع الإنساليات الفهم أو الإحساس؟

عبر قرون، قدم عدد كبير من النظريات بشأن ما إذا كان في إمكان الآلة التفكير أو الشعور. فلسفتي الخاصة تدعى «البنائية»؛ أي بدلا من مناقشة هذا السؤال إلى ما لا نهاية وبلا فائدة، علينا تكريس طاقتنا لخلق إنسالي لمعرفة إلى أي مدى يمكننا الوصول. وإلا فسوف ننتهي في نقاشات فلسفية لا نهاية لها ولا حل. ميزة العلم هي أنه بعد قول وفعل كل شيء، يمكن للمرء أن يجري تجارب لحل مشكلة ما بصورة قاطعة.

لذا من أجل حل مسألة فيما إذا كان الإنسالي يستطيع التفكير، قد يكون القرار النهائي هو بناء واحد منها. حاجج البعض أن الآلات لن تتمكن على الإطلاق من التفكير كالبشر. كانت أقوى حجة لديهم هي أنه على الرغم من أن الإنسالي يمكنه معالجة الحقائق أسرع من الإنسان، لكنه «لا يفهم» ما يقوم به. وعلى الرغم من أنه يستطيع معالجة حواس (كاللون والصوت) أفضل من الإنسان، فإنه لا يستطيع أن «يحس» أو «يختبر» بشكل حقيقي فحوى هذه الأحاسيس.

على سبيل المثال، قسم الفيلسوف ديفيد تشالمرز مسائل الذكاء الصنعي إلى صنفين، المسائل السهلة والمسائل الصعبة. بالنسبة إليه فإن المسائل السهلة هي

تصنيع آلات يمكنها تقليد قدرات البشر أكثر فأكثر، كلعب الشطرنج وجمع الأعداد والتعرف على نماذج معينة... إلخ. أما المسائل الصعبة فتشمل صنع آلات يمكنها أن تفهم المشاعر والإحساسات الموضوعية.

وكما أن تعليم معنى اللون الأحمر لشخص أعمى مستحيل، لن يستطيع الإنسالي على الإطلاق أن يختبر الإحساس باللون الأحمر كما يقولون. أو يمكن للحاسوب أن يترجم كلمات صينية إلى الإنجليزية بطلاقة كبيرة، لكنه لن يستطيع مطلقا فهم ما يقوم بترجمته. بهذه الصورة، تشبه الإنساليات مسجلات شريطية أو آلات جمع حسابية قادرة على تذكر معلومات ومعالجتها بدقة هائلة، لكن من دون فهم على الإطلاق.

يجب أخذ هذه الحجج بجدية، لكن هناك أيضا طريقة أخرى للنظر إلى الخبرة الموضوعية. في المستقبل، من المحتمل جدا أن تستطيع آلة معالجة الإحساس باللون الأحمر مثلا أفضل بكثير من أي إنسان. ستستطيع وصف المواصفات الفيزيائية للون الأحمر، وحتى أن تستخدمه شعريا في جملة أفضل من الإنسان. ولكن هل «يشعر» الإنسالي باللون الأحمر؟ تصبح المسألة بلا قيمة بما أن الكلمة «يشعر» ليست معرفة جيدا. في مرحلة ما ربما يتجاوز وصف إنسالي للون الأحمر وصف البشر له، وربما سيسأل: هل يفهم البشر حقا اللون الأحمر؟ ربما لا يستطيع البشر أن يفهموا حقا اللون الأحمر بالتفاصيل والتعقيدات كلها التي يمكن للإنسالي معرفتها.

قال عالم التربية سكينر مرة «المشكلة الحقيقية ليست فيما إذا كانت الآلات تفكر، لكن فيما إذا كان البشر يفكرون».

بالمثل، إنها مسألة وقت فقط قبل أن يستطيع الإنسالي أن يعرف الكلمات الصينية ويستخدمها في سياقها أفضل بكثير من أي إنسان. عند تلك المرحلة يصبح من غير المهم معرفة ما إذا كان الإنسالي «يفهم» اللغة الصينية. من الناحية العملية، سوف يعرف الحاسوب اللغة الصينية أفضل من أي إنسان. بعبارات أخرى فالكلمة «فهم» ليست محددة جيدا.

يوما ما، مع تفوق الإنساليات علينا في التحكم بتلك الكلمات والأحاسيس، سيصبح من غير المهم ما إذا كانت الإنساليات «تفهم» أو «تحس» بها. لن تكون هناك أي أهمية لهذا السؤال.

وكما قال الرياضي جون فون نيومان «في الرياضيات، أنت لا تفهم الأشياء. إنك تتعودها فقط»[14].

لذا فالمشكلة لا تقع في الآلة بل في طبيعة اللغة البشرية، حيث تعني الكلمات غير المحددة أشياء مختلفة لأشخاص مختلفين. سئل فيزيائي الكم الشهير نيلز بوهر مرة كيف يمكن للمرء أن يفهم المسائل المعقدة العميقة لنظرية الكم. الجواب كما قال يقع في كيف تحدد معنى كلمة «يفهم».

كتب الدكتور دانييل دينيت، وهو فيلسوف في جامعة تافت، ما يلي «ليس في الإمكان إيجاد اختبار موضوعي للتمييز بين إنسالي ذكي وشخص واعٍ. الآن لديك خيار: يمكنك إما التشبث بالمسألة الصعبة، وإما يمكنك هز رأسك بتعجب وطرحها جانبا. استسلم فقط»[15].

بعبارات أخرى، ليس هناك ما يسمى «مسألة صعبة».

بالنسبة إلى الفلسفة البنائية، ليست المسألة في النقاش حول ما إذا كانت آلة تستطيع الإحساس باللون الأحمر، لكن في بناء الآلة. بهذه الصورة، هناك استمرار لمستويات وصف الكلمة «فهم» و«شعور». (هذا يعني أنه ربما من الممكن إعطاء قيم رقمية لدرجة الفهم والشعور). من جهة، لدينا الإنساليات الخرقاء الموجودة اليوم، والتي يمكنها أن تتلاعب ببعض الرموز لكن ليس أكثر من ذلك. ومن جهة أخرى لدينا بشر يفخرون بالشعور الموضوعي. لكن مع مرور الزمن ستستطيع الإنساليات في النهاية أن تصف الأحاسيس أفضل منا على أي مستوى. وعندها سيكون من الواضح أن الإنساليات تفهم.

كانت هذه هي الفلسفة وراء اختبار تورنغ الشهير لألان تورنغ. لقد تنبأ بأن آلة ستبنى يوما ما يمكنها الإجابة عن أي سؤال، بحيث لا يمكن تمييزها عن الإنسان. قال: «يستحق حاسوب ما أن يُدعى ذكيا لو استطاع خداع إنسان للاعتقاد بأنه إنسان».

عبر الفيزيائي وحامل جائزة نوبل فرانسيس كريك عن ذلك بشكل أفضل. في القرن الأخير، كما لاحظ، دارت مناقشات حامية بين علماء الأحياء حول السؤال «ما الحياة؟». وبفهمنا للدنا اليوم يدرك العلماء أن السؤال غير محدد تماما. هناك اختلافات وطبقات وتعقيدات عديدة لذلك السؤال البسيط. لذا فالسؤال «ما الحياة» قد تلاشى ببساطة. ربما سينطبق الشيء نفسه في النهاية على الشعور والفهم.

إنساليات تعي ذاتها

ما الخطوات التي يجب اتخاذها قبل أن يكون للحاسبات مثل واطسن وعي ذاتي؟ للجواب عن هذا السؤال، علينا أن نعود إلى تعريفنا للوعي الذاتي: القدرة على وضع الشخص نفسه داخل نموذج للبيئة، ثم تشغيل تمثيلات لهذا النموذج للمستقبل لتحقيق هدف ما. تتطلب الخطوة الأولى مستوى عاليا جدا من الإدراك السليم من أجل توقع أنواع مختلفة من الحوادث. ثم على الإنسالي أن يضع نفسه داخل هذا النموذج، والذي يتطلب فهما لمسارات العمل المختلفة التي قد يأخذها.

في جامعة ميجي Meiji قام العلماء بالخطوات الأولى لخلق إنسالي يمتلك الوعي الذاتي[16]. هي مهمة صعبة، لكنهم يعتقدون أن في استطاعتهم تحقيق ذلك بخلق إنساليات بنظرية العقل. بدأوا ببناء إنساليين. برمج الأول لتنفيذ حركات معينة. وبرمج الثاني لمراقبة الإنسالي الأول ومن ثم لنسخه. استطاعوا خلق إنسالي ثانٍ يمكنه بطريقة منهجية تقليد تصرف الإنسالي الأول عن طريق مراقبته فقط. هذه هي المرة الأولى في التاريخ التي يصنع فيها إنسالي خصيصا ليمتلك بعض الإحساس بالوعي الذاتي. كان للإنسالي الثاني نظرية العقل، أي، كان قادرا على مراقبة إنسالي آخر ثم تقليد حركاته.

في العام 2012 قام علماء من جامعة ييل بالخطوة التالية، وهي صنع إنسالي اجتاز اختبار المرآة. عندما توضع الحيوانات أمام مرآة، يعتقد معظمها أن الصورة في المرآة هي لحيوان آخر. وكما ذكرنا، فقد اجتازت حيوانات قليلة فقط اختبار المرآة، مدركة أن الصورة في المرآة هي انعكاس لها. صنع العلماء في جامعة ييل إنساليا يدعى نيكو يشبه هيكلا عظميا متدليا مصنوعا من أسلاك ملتوية، بذراعين ميكانيكيتين وعينين جاحظتين في الأعلى. عندما وضع أمام مرآة، لم يتعرف على نفسه فقط، بل استطاع أيضا استنتاج مواقع الأشياء في الغرفة بالنظر إلى صورها في المرآة. يشبه هذا ما نفعله عندما ننظر في مرآة خلفية ونستنتج موقع الأجسام وراءنا.

يقول مبرمج نيكو، جستين هارت: «بحسب معلوماتنا هذا أول نظام إنسالي يحاول استخدام مرآة بهذه الطريقة، مما يمثل خطوة مهمة نحو بنية متناسقة تسمح للإنساليات بالتعلم عن أجسادها ومظهرها من خلال ملاحظة الذات، وهي قدرة مهمة مطلوبة لاجتياز اختبار المرآة»[17].

لأن الإنساليات في جامعة ميجي وييل تمثل أحدث ما وصلت إليه التقنية الراهنة في بناء إنساليات بوعي ذاتي، فمن الواضح أن أمام العلماء طريقا طويلا قبل أن يستطيعوا صنع إنساليات بوعي شبيه بوعي الإنسان.

عملهم هو مجرد الخطوة الأولى، لأن تعريفنا للوعي بالذات يتطلب أن يستخدم الإنسالي هذه المعلومات لخلق تمثيلات عن المستقبل. وهذا أبعد بكثير من قدرة نيكو أو أي إنسالي آخر.

يثير هذا السؤال المهم: كيف يستطيع الحاسوب إحراز الوعي الكامل بالذات؟ في قصص الخيال العلمي نصادف كثيرا أحداثا تصبح فيه الإنترنت فجأة واعية ذاتيا، كما في فيلم «القاتل» The Terminator. وبما أن الإنترنت متصلة ببنى المجتمع الحديث التحتية كلها (أي أنظمة الصرف الصحي والكهرباء والاتصالات والأسلحة) سيكون من السهل لإنترنت تعي ذاتها أن تتحكم في المجتمع. سنترك بلا حول أو قوة في مثل هذا الوضع. كتب علماء أن هذا قد يحدث كمثال على «ظاهرة ناشئة» (أي عندما يتراكم عدد كبير من الحاسبات بعضها مع بعض، يمكن أن يحدث انتقال مفاجئ إلى مرحلة أعلى من دون أي مدخل من الخارج)(*).

لكن هذا مثل قول كل شيء ولا شيء، لأنه يترك الخطوات المهمة كلها من دون حسم. إنه كالقول بأن طريقا سريعا يمكنه أن يصبح فجأة واعيا بذاته إذا كان هناك عدد كاف من الطرقات.

لكننا في هذا الكتاب أعطينا تعريفا للوعي والوعي بالذات، لذا يجب أن يكون من الممكن تسجيل الخطوات التي يمكن بواسطتها للإنترنت أن تصبح واعية بذاتها.

أولا: على الإنترنت الواعية أن تصنع باستمرار نماذج عن موقعها في العالم. من حيث المبدأ، يمكن برمجة هذه المعلومات في الإنترنت من الخارج. سيشمل هذا وصف العالم الخارجي (أي الأرض ومدنها وحاسباتها)، وكلها يمكن العثور عليها في الإنترنت ذاتها.

ثانيا: عليها أن تضع نفسها ضمن هذا النموذج. يمكن أيضا الحصول على هذه المعلومات بسهولة. سيتطلب هذا إعطاء المواصفات كلها للإنترنت (عدد الحاسبات والعقد وخطوط النقل... إلخ) وعلاقتها مع العالم الخارجي.

(*) على مبدأ التغيرات الكمية عند مستوى معين تحدث طفرات أو تغيرات نوعية. [المترجم].

لكن الخطوة الثالثة هي الأصعب بكثير. إنها تعني القيام بتمثيلات لهذا النموذج في المستقبل، متسقة مع هدف ما باستمرار. وهنا نرتطم بالواقع. فالإنترنت غير قادرة على تشغيل تمثيلات للمستقبل، وليست لها أهداف. حتى في المجال العلمي، تشغل تمثيلات للمستقبل بعدة متحولات فقط (مثل تمثيل تصادم ثقبين أسودين). إن تشغيل تمثيل لنموذج عن العالم يحتوي على الإنترنت مازال أبعد من قدرات البرمجة المتوافرة اليوم. يجب أن يتضمن هذا البرنامج قوانين الإدراك السليم كلها، وقوانين الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء جميعها، مع حقائق حول السلوك البشري والمجتمع الإنساني أيضا.

إضافة إلى ذلك، على هذه الإنترنت الذكية أن يكون لها هدف ما. اليوم هي مجرد وسيلة اتصال حيادية، من دون أي اتجاه أو هدف. بالطبع يمكن للمرء من حيث المبدأ أن يفرض هدفا على الإنترنت. لكن دعنا نفكر في المسألة التالية : هل يمكنك خلق إنترنت مهمتها الحفاظ على نفسها؟

سيكون هذا أبسط الأهداف الممكنة كلها، لكن لا أحد يعلم كيف يبرمج حتى هذه المهمة البسيطة. مثل هذا البرنامج، على سبيل المثال، عليه أن يوقف أي محاولة لإغلاق الإنترنت بسحب الفيش الكهربائي. في الوقت الحاضر، فإن الإنترنت غير قادرة على الإطلاق على معرفة أي تهديد لوجودها، فضلا عن تخطيط طرق لمنعه. (على سبيل المثال، يجب أن تستطيع الإنترنت القادرة على اكتشاف تهديدات لوجودها تمييز المحاولات لإيقاف طاقتها، وقطع خطوط اتصالاتها، وتحطيم مخدماتها، وتخريب أليافها الضوئية، وارتباطاتها بالأقمار الصناعية... إلخ. الأكثر من ذلك، فالإنترنت القادرة على الدفاع عن نفسها ضد هذه الهجمات عليها أن تمتلك إجراءات معاكسة لأي سيناريو، ثم تشغيل هذه المحاولات في المستقبل. لا يستطيع أي حاسوب على وجه الأرض القيام حتى بجزء من مثل هذه الأعمال).

بعبارة أخرى، ربما أمكن في المستقبل صنع إنساليات تعي ذاتها، وحتى إنترنت تعي ذاتها، لكن هذا اليوم مازال في المستقبل البعيد، وربما إلى نهاية هذا القرن.

لكن افترض لحظةً أن هذا اليوم قد حلّ، وأن هناك إنساليات واعية بذاتها تسير بيننا. لو كانت للإنسالي الواعي بذاته أهداف مماثلة لأهدافنا، فإن مثل هذا النوع من الذكاء الصنعي لا يشكل مشكلة لنا. لكن ما الذي سيحدث لو كانت

الأهداف مختلفة؟ الخوف هو أن تتفوق الإنساليات الواعية ذاتيا على البشر من ناحية الذكاء، وأن تستعبدهم. وبسبب قدرتها الأعلى على تمثيل المستقبل، يمكن للإنساليات أن تخطط نتائج سيناريوهات عديدة لتجد الطريقة الأفضل للتغلب على البشر.

إحدى الطرق للتحكم في هذه الإمكانية هي التأكد من أن أهداف تلك الإنساليات خيرة. وكما رأينا، فتمثيل المستقبل ليس كافيا. يجب أن تخدم هذه التمثيلات هدفا نهائيا محددا. لو كان هدف الإنسالي مجرد الحفاظ على نفسه، فإنه سيتفاعل دفاعيا ضد أي محاولة لسحب الفيش الكهربائي، ويمكن لهذا أن يهدد البشرية.

هل ستسيطر الإنساليات؟

في قصص الخيال العلمي جميعها تقريبا تصبح الإنساليات خطرة بسبب رغبتها في السيطرة. كلمة « robot - إنسالي» في الحقيقة تأتي من الكلمة التشيكية «عامل»، والتي شوهدت لأول مرة في مسرحية «إنساليات روسوم العالمية» R.U.R العام 1920 لكاريل كابيك، حيث يخلق العلماء فيها صنفا جديدا من الكائنات الميكانيكية التي تبدو مطابقة تماما للبشر. وسرعان ما توجد الآلاف من هذه الإنساليات التي تؤدي وظائف يدوية وخطرة. لكن البشر يعاملونها بقسوة، وفي أحد الأيام تتمرد على الجنس البشري وتحطمه. وعلى الرغم من أن هذه الإنساليات سيطرت على الأرض، فإنها كانت تعاني عيبا واحدا: إنها لا تستطيع التكاثر. لكن في نهاية المسرحية يقع إنساليان في الحب. لذا ربما يظهر فرع جديد من «البشرية» مرة أخرى.

يأتي سيناريو أكثر واقعية من فيلم «القاتل»، The Terminator حيث صنع الجيش شبكة حاسوبية فائقة دعيت «سكاينيت» تتحكم في المخزون النووي الأمريكي كله. وفي أحد الأيام تستيقظ وتصبح عاقلة. يحاول الجيش إغلاقها، لكنه يدرك بعد ذلك أن هناك خطأ في برمجتها: لقد صممت لتدافع عن نفسها، والطريقة الوحيدة لفعل ذلك هي التخلص من المشكلة – البشرية. تبدأ الشبكة حربا نووية تودي بالبشرية إلى أن يصبحوا مجموعة من المعاقين والمتمردين الذين يقاتلون هيمنة الآلات.

من الممكن بالتأكيد أن تصبح الإنساليات خطرا. يمكن للطائرات المقاتلة من دون طيار drones اليوم أن تستهدف ضحاياها بدقة فتاكة، لكنها تدار من قبل شخص ما بواسطة عصا لعب من بُعد آلاف الأميال. وفق صحيفة النيويورك تايمز، تأتي الأوامر بإطلاق النار مباشرة من رئيس الولايات المتحدة. لكن في المستقبل، ربما يكون للطائرات المقاتلة تقنية التعرف على الوجه، والإذن بإطلاق النار إذا كانت متأكدة بنسبة 99 في المائة من هوية هدفها. ومن دون التدخل البشري يمكنها استخدام هذه التقنية آليا لإطلاق النار على أي شخص يطابق النموذج المطلوب.

افترض الآن أن مثل هذا «الدرون» قد تعطل، بحيث إن برمجية التعرف على الوجه لا تعمل جيدا. عندها سيصبح إنساليا شريرا، لديه إذن لقتل أي شخص يراه. الأسوأ من ذلك، تخيل أسطولا من مثل هذه الإنساليات يجري التحكم فيها من قيادة مركزية. لو انفجر ترانزيستور واحد من الحاسوب المركزي وتعطل، فإن الأسطول بكامله سيستمر في القتل بلا قيود.

مشكلة أكثر تعقيدا عندما تؤدي الإنساليات مهامها بشكل تام، ومن دون أي أعطال، ويكون هناك عيب قاتل في برمجياتها وأهدافها. بالنسبة إلى الإنسالي، فإن الحفاظ على البقاء هدف مهم. لكن كذلك مساعدة البشر. المشكلة الحقيقية تبرز عندما يتعارض هذان الهدفان أحدهما مع الآخر.

في فيلم «أنا، إنسالي» I, Robot يقرر نظام الحاسوب أن البشر يخربون أنفسهم، بحروبهم التي لا تنتهي ومذابحهم، وأن الطريقة الوحيدة لحمايتهم هي في السيطرة عليهم وخلق ديكتاتورية خيّرة من الآلات. التناقض هنا ليس بين هدفين، لكن ضمن هدف واحد غير واقعي. هذه الإنساليات القاتلة لا تتعطل - إنها تستنتج بمنطقية أن الوسيلة الوحيدة للحفاظ على البشرية هي في التحكم في المجتمع.

أحد الحلول لهذه المشكلة يكمن في خلق تراتب للأهداف. على سبيل المثال، يجب أن تتفوق الرغبة في مساعدة البشر على الحفاظ على الذات. استكشف هذا الموضوع في فيلم «2001». كان نظام الحاسوب HAL 9000 عاقلا وقادرا على التحدث بسهولة مع البشر. لكن الأوامر التي أعطيت له كانت متناقضة ذاتيا، ولم يكن من الممكن تنفيذها منطقيا. بمحاولته تنفيذ هدف مستحيل، يقع في الهاوية، ويصاب بالجنون، ويكون الحل الوحيد لإطاعة أوامر متناقضة من البشر غير الكاملين هو التخلص منهم.

ربما كان الحل الأفضل هو خلق قانون جديد للإنساليات، والذي ينص على أنه لا يمكن للإنساليات أن تسبب الضرر للجنس البشري، حتى لو كانت هناك تناقضات ضمن أوامرها السابقة. يجب أن تبرمج بحيث تتجاهل تناقضات من المستوى الأدنى ضمن أوامرها، وأن تحافظ دوما على القانون الأعلى. لكن يمكن أن يبقى هذا نظاما ناقصا في أفضل الأحوال. (على سبيل المثال، لو كان الهدف المركزي للإنساليات هو حماية البشرية، مع استبعاد الأهداف الأخرى كلها، فإن هذا كله يعتمد على كيفية تعريف الإنساليات لكلمة «حماية». ربما يختلف تعريفها الميكانيكي لهذه الكلمة عن تعريفنا).

بدلا من التفاعل بخوف، لا يخشى بعض العلماء مثل الدكتور دوغلاس هوفشتاتر، وهو عالم الإدراك في جامعة إنديانا، هذه الإمكانية. عندما قابلته أخبرني بأن الإنساليات هي أطفالنا، لذا لماذا لا نحبهم مثل أطفالنا؟ وجهة نظره - كما أخبرني - هي أننا نحب أطفالنا، مع علمنا أنهم سيحلّون محلنا.

عندما قابلت الدكتور هانز مورافيك[18]، المدير السابق لمختبر الذكاء الصنعي في جامعة كارنيغي ميلون، وافق مع الدكتور هوفشتاتر. في كتابه «روبوت» Robot يكتب: «بانطلاقهم من السرعة البطيئة إلى التطور البيولوجي، فإن أطفال عقولنا سيكونون أحرارا في النمو لمواجهة تحديات كبيرة وأساسية في الكون الأكبر... وسنستفيد نحن البشر من وقت إلى آخر من مجهوداتهم، لكن... مثل الأطفال العاديين، فإنهم سيبحثون عن مستقبلهم بينما نتلاشى نحن الآباء الأكبر سنا»[19].

آخرون، على العكس من ذلك، يعتقدون أن هذا حل فظيع. ربما يمكن حل المشكلة إذا أجرينا تغييرات في أهدافنا وأولوياتنا الآن قبل فوات الأوان. بما أن هذه الإنساليات هي أطفالنا، علينا أن «نعلّمهم» كيف يكونون خيّرين.

ذكاء صنعي صديق

الإنساليات مخلوقات ميكانيكية نصنعها في المختبر، لذا يعتمد وجود إنساليات قاتلة أو صديقة على توجه بحوث الذكاء الصنعي. يأتي معظم التمويل من الجيش، الذي عليه تحديدا أن يربح الحروب، لذا فالإنساليات القاتلة إمكانية مؤكدة.

مع ذلك، بما أن 30 في المائة من الإنساليات التجارية كلها تصنع في اليابان، فهناك إمكانية أخرى: ستصمم الإنساليات لتصبح عمالا ورفاق لعب مفيدين منذ البداية. هذا الهدف قابل للتحقق إذا سيطر القطاع الاستهلاكي على بحوث الإنساليات. تقوم فلسفة «الذكاء الصنعي الصديق» على صنع المخترعين إنساليات تبرمج من الخطوات الأولى لتكون مفيدة للبشر.

تختلف المقاربة اليابانية للإنساليات ثقافيا عن مقاربة الغرب لها. فبينما قد يشعر الأطفال في الغرب بالخوف من مشاهدة آليات الفتك المتوحشة، فإن الأطفال في اليابان متشبعون بديانة الشينتو، التي تعتقد أن الأرواح تعيش في الأشياء جميعها، حتى في الإنساليات الميكانيكية. وبدلا من الشعور بعدم الارتياح بحضور الإنساليات، فإن الأطفال اليابانيين يصرخون من الفرح عند ملاقاتها. ليس من الغريب بعد ذلك أن تنتشر الإنساليات في اليابان في الأسواق والمنازل. إنها تحييك عند مدخل مجمعات الأسواق، وتعلمك على التلفاز. هناك حتى مسرحية جادة في اليابان تظهر إنساليا. (لدى اليابان سبب آخر لتبني الإنساليات، وهو صنع ممرضات إنساليات في المستقبل لبلد يشيخ. 21 في المائة من السكان هم فوق سن الخامسة والستين، واليابان تشيخ بمعدل أسرع من أي دولة أخرى. بمعنى ما، فاليابان عبارة عن حطام قطار يسير بحركة بطيئة. هناك ثلاثة عوامل ديموغرافية مؤثرة. أولا، للنساء اليابانيات معدل حياة أطول من أي مجموعة عرقية أخرى في العالم. وثانيا، فإن معدل الولادات في اليابان هو أحد أخفض المعدلات في العالم. وثالثا، لديها سياسة صارمة ضد الهجرة حيث يشكل اليابانيون الخلّص أكثر من 99 في المائة من السكان. ومن دون مهاجرين شباب يعتنون بالشيوخ، ربما تعتمد اليابان في المستقبل على ممرضات إنساليات. هذه المشكلة ليست محصورة في اليابان فقط، فأوروبا هي التالية. تواجه إيطاليا وألمانيا وسويسرا ودول أوروبية أخرى ضغوطا ديموغرافية مماثلة. يمكن أن يشهد سكان اليابان وأوروبا تقلصات حادة في السكان بحلول منتصف القرن الحالي. وليست الولايات المتحدة بعيدة جدا عن هذه الدول. فمعدل الولادة لمواطني الولايات المتحدة الأصليين قد انخفض بشكل كبير خلال العقود القليلة الماضية، لكن الهجرة ستحافظ على توسع الولايات المتحدة خلال هذا القرن. بكلمات أخرى، ربما تكون مقامرة بتريليون دولار لرؤية ما إذا كانت الإنساليات قادرة على إنقاذنا من هذه الكوابيس الديموغرافية الثلاثة).

تقود اليابان العالم في صنع إنساليات يمكنها دخول حياتنا الشخصية. بنى اليابانيون إنساليات يمكنها الطبخ (تستطيع واحدة منها أن تصنع طبقا من النودلز في دقيقة وأربعين ثانية). عندما تذهب إلى مطعم، يمكنك وضع طلبك على حاسوب دفتري، وسيقفز الطباخ الإنسالي فورا للعمل. يتكوّن من ذراعين ميكانيكيتين كبيرتين تلتقطان الأطباق والملاعق والسكاكين وتحضّران الطعام لك. حتى أن بعض الطباخين الإنساليين يشبهون الطباخين من البشر.

هناك أيضا إنساليات موسيقية للتسلية. يمتلك أحد هذه الإنساليات بالفعل «رئتين» على شكل أكورديون يمكنه بواسطتهما توليد الموسيقى بنفخ الهواء في آلة. هناك أيضا خادمات إنساليات. لو حضّرت الملابس للغسل بعناية، يمكنها أن تطويها أمامك. هناك إنسالي يمكنه التكلم لأن له رئتين وشفتين ولسانا وفوهة أنف اصطناعية. صنعت مؤسسة سوني، على سبيل المثال، الإنسالي آيبو AIBO، الذي يشبه الكلب، ويمكنه إظهار عدد من الأحاسيس لو ربّت عليه. يتنبأ بعض المستقبليين بأن تصبح صناعة الإنساليات يوما ما بحجم صناعة السيارات اليوم.

الفكرة هنا هي أن الإنساليات ليست بالضرورة مبرمجة للتحطيم والسيطرة. فمستقبل الذكاء الصناعي متوقف علينا.

لكن بعض منتقدي الذكاء الصنعي الصديق يدّعون أن الإنساليات قد تسيطر ليس لأنها عدوانية، لكن لأننا لا نصنعها جيدا. بكلمات أخرى لو سيطرت الإنساليات فسيكون ذلك لأننا برمجناها بأهداف متناقضة.

«أنا آلة»

عندما قابلت الدكتور رودني بروكس، الرئيس السابق لمختبر MIT للذكاء الصنعي، والمؤسس المشارك لـ iRobot، سألته فيما إذا كان يعتقد أن الآلات ستيسطر يوما ما[20]. أخبرني بأن علينا أن نقبل أننا آلات كذلك. وهذا يعني أننا سنتمكن يوما ما من بناء آلات حية مثلنا. لكنه حذر من أن علينا أن نتخلى عن فكرة «خصوصيتنا المميزة».

بدأ هذا التطور في المنظور الإنساني مع نيكولاس كوبرنيكوس، عندما أدرك أن الأرض ليست محور الكون، لكنها بالأحرى تدور حول الشمس. واستمر مع داروين،

الذي أظهر أننا مشابهون للحيوانات في تطورنا. وسوف يستمر في المستقبل، كما أخبرني، عندما ندرك أننا آلات، عدا أننا مصنوعون من مواد رطبة Wetware، وليس من مواد صلبة Hardware.

إن قبولنا بأننا آلات أيضا سيمثل تغيرا رئيسا في نظرتنا إلى العالم كما يعتقد. يكتب بروكس ما يلي: «لا نحب التخلي عن خصوصيتنا المميزة، لذا كما تعلم فإن فكرة أن تستطيع الإنساليات امتلاك عواطف، أو أنها يمكن أن تكون مخلوقات حية – سيكون كما أعتقد من الصعب علينا قبولها. لكننا سوف نقبلها خلال الخمسين سنة المقبلة»[21].

ولكن بخصوص مسألة ما إذا كانت الإنساليات ستسيطر في نهاية المطاف، يقول إن هذا قد لا يحدث غالبا ولأسباب عدة. أولا، لن يصنع أحد بالمصادفة إنساليا يريد أن يحكم العالم. يقول إن صناعة إنسالي يمكنه فجأة السيطرة يشبه بناء شخص ما بالمصادفة طائرة بوينغ 747. إضافة إلى ذلك سيكون هناك متسع من الوقت لإيقاف حدوث ذلك. قبل أن يصنع شخص ما «إنساليا شريرا فوق العادة» عليه أن يصنع «إنساليا شريرا نوعا ما»، وقبل ذلك «إنساليا ليس سيئا جدا».

تتلخص فلسفته بقوله: «الإنساليات آتية، لكن ليس علينا أن نقلق كثيرا بشأن ذلك. ستكون ممتعة جدا». بالنسبة إليه فإن الثورة الإنسالية محتّمة، وهو يتنبأ باليوم الذي تتفوق فيه الإنساليات على البشر في الذكاء. السؤال الوحيد هو متى. لكن ليس هناك ما يخيف، لأننا خلقناها. ولدينا الخيار لخلقها لمساعدتنا، وليس لإعاقتنا.

الاندماج معها

لو سألت الدكتور بروكس كيف يمكننا التعايش مع هذه الإنساليات فائقة الذكاء، فسيكون جوابه مباشرا: سنندمج معها. مع التطورات في مجال الإنسالية والأطراف الصنعية العصبية، سوف يصبح من الممكن إدماج الذكاء الصنعي في أجسامنا.

يلاحظ الدكتور بروكس أن هذه العملية بمعنى ما قد بدأت مسبقا. اليوم يمتلك نحو 20 ألف شخص أجهزة قوقعية مزروعة داخلهم، مما يسمح لهم بالسمع. تُلتقط الأصوات من جهاز مستقبل ضئيل يحوّل الأمواج الصوتية إلى إشارات كهربائية، ترسل بعد ذلك مباشرة إلى الأعصاب السمعية في الأذن.

بالمثل، في جامعة جنوب كاليفورنيا وأمكنة أخرى، من الممكن أخذ مريض أعمى وزرع شبكية صناعية له[22]. تضع إحدى الطرق آلة تصوير فيديوية صغيرة في نظارات العينين، تحوّل الصورة إلى إشارات رقمية. ترسل هذه لاسلكيا إلى شريحة موضوعة في شبكية الشخص. تنشّط الشريحة أعصاب الشبكية، التي ترسل بعد ذلك رسائل عبر العصب البصري إلى الفص القذالي من الدماغ. بهذه الطريقة يمكن للأعمى أن يرى تماما صورا تقريبية لأجسام معروفة. يتألف تصميم آخر من وضع شريحة حساسة للضوء على الشبكية نفسها، والتي ترسل بعد ذلك إشارات مباشرة إلى العصب البصري. لا يحتاج هذا التصميم إلى آلة تصوير خارجية.

يعني هذا أيضا أن بإمكاننا الذهاب أبعد من ذلك وتطوير الحواس والقدرات العادية. بزراعة قوقعة السمع، سيكون من الممكن سماع ترددات عالية لم نسمعها من قبل. يمكن مسبقا للمرء، باستخدام نظارات أشعة تحت الحمراء، أن يرى النوع المحدد من الضوء الذي يصدر من أجسام حارة في العتمة، والتي هي عادة غير مرئية للعين البشرية. بالشبكيات الصنعية قد يكون من الممكن تطوير قدرتنا على رؤية الضوء فوق البنفسجي أو تحت الأحمر. (النحل، على سبيل المثال، يمكنه رؤية الضوء فوق البنفسجي، لأن عليه أن يركز على الشمس من أجل الطيران إلى حوض الزهور).

حتى أن بعض العلماء يحلم باليوم الذي تمتلك فيه الهياكل الخارجية قوى فائقة وحواس فائقة وقدرات فائقة كتلك الموجودة في كتب القصص المصورة Comics. سنصبح مثل الرجل الحديدي، إنسانا عاديا لكن بقدرات وطاقات فوق البشر. وهذا يعني أننا يجب ألا نقلق بشأن سيطرة الإنساليات فائقة الذكاء. سنندمج ببساطة معها.

هذا بالطبع على المدى البعيد. لكن بعض العلماء الساخطين من عدم مغادرة الإنساليات للمصنع ودخول حياتنا حتى اليوم، يشيرون إلى أن الطبيعة الأم خلقت مسبقا العقل البشري، فلماذا لا نقلدها؟ تتلخص إستراتيجيتهم في تفكيك الدماغ عصبونا عصبونا ثم إعادة تركيبه. لكن الهندسة العكسية أكثر من وضع مخطط عريضا لصنع دماغ حي. لو أمكن نسخ الدماغ حتى آخر عصبون فربما يمكننا تحميل وعينا على حاسوب. وستكون لدينا القدرة على ترك أجسامنا الفانية وراءنا. هذا أبعد من فكرة العقل فوق المادة. هذا هو العقل من دون مادة.

أنا مولع بجسمي كأي إنسان، لكنني لو استطعت
أن أعيش 200 عام بجسم من السيليكون،
فسوف أغتنم الفرصة.

دانييل هيل

المؤسس المشارك في شركة الآلات المفكرة

Thinking Machines Corp

11

الهندسة العكسية للدماغ

> «لو أمكن نقل الوعي إلى حاسوب، فهل يعني ذلك أنه ليس من المحتم أن نموت؟».

في يناير من العام 2013، أُلقيت قنبلتان يمكنهما تغيير المشهد الطبي والعلمي للأبد. بين ليلة وضحاها أصبحت الهندسة العكسية للدماغ، والتي اعتبرت مرة معقدة جدا، موضع تنافس وتفاخر علميين بين أعظم القوى الاقتصادية في العالم.

أولا، في خطابه عن حالة الاتحاد أذهل باراك أوباما المجتمع العلمي بإعلانه أن صناديق البحث العلمي الاتحادية ستخصص لـ «مبادرة بحوث الدماغ من خلال تطوير تقنيات عصبية مبتكرة» (برين BRAIN) مبالغ ربما تصل إلى 3 مليارات دولار. ومثل مشروع الجينوم البشري الذي فتح بوابات فيضان البحث العلمي الجيني، سيفتح مشروع برين أسرار الدماغ على المستوى العصبي بمسح مسالكه الكهربائية. ما إن يمسح الدماغ، حتى تفهم مجموعة من الأمراض المستعصية كألزهايمر وباركنسون والفصام وفقدان الذاكرة

والاضطراب ثنائي القطب، وربما تعالج. للبدء بمبادرة «برين» خصص 100 مليون دولار في العام 2014 لهذا المشروع.

في الوقت نفسه تقريبا، أعلنت المفوضية الأوروبية أن مشروع الدماغ البشري سيمنح 1.19 مليار يورو (نحو 1.6 مليار دولار) لخلق تمثيل حاسوبي للدماغ البشري[1]. باستخدام قوة أكبر الحاسبات الفائقة في العالم، سيخلق مشروع الدماغ البشري نسخة عن الدماغ البشري مصنوعة من الترانزيستورات والفولاذ.

أكد مؤيدو المشروعين فوائدهما الضخمة. وكان الرئيس باراك أوباما سريعا في الإشارة إلى أن «برين» لن يخفف معاناة ملايين الناس فقط، لكنه سيولد أيضا عائدات ضخمة. ادعى أن كل دولار أنفق على مشروع الجينوم البشري ولد 140 دولارا من النشاط الاقتصادي. وفي الحقيقة، فقد نشأت صناعات بأكملها مع إتمام مشروع الجينوم البشري. بالنسبة إلى دافعي الضرائب، سيكون مشروع «برين» مثل مشروع الجينوم البشري الذي سبقه، مربحا لجميع الأطراف.

على الرغم من أن خطاب أوباما لم يتطرق إلى التفاصيل، فإن العلماء سدوا بسرعة الكثير من الثغرات. أشار علماء الأعصاب إلى أنه أصبح من الممكن الآن استخدام أدوات دقيقة لمراقبة النشاط الكهربائي للخلايا العصبونية الوحيدة. ومن جهة أخرى، أصبح من الممكن، باستخدام آلات MRI، مراقبة التصرف العام للدماغ بأكمله. ما هو مفقود، كما أشاروا، هو المنطقة الوسطى حيث تتم معظم أنشطة الدماغ المهمة. في هذا الجزء المتوسط، الذي يشمل ممرات آلاف إلى ملايين الأعصاب، هناك ثغرات كبيرة في فهمنا للمرض العقلي وللتصرف.

لمعالجة هذه المشكلة الضخمة، وضع العلماء برنامجا مؤقتا لمدة خمس عشرة سنة. في السنوات الخمس الأولى يأمل علماء الأعصاب أن يراقبوا النشاط الكهربائي لعشرات الآلاف من العصبونات. تشمل الأهداف قصيرة المدى إعادة بناء النشاط الكهربائي لأجزاء مهمة من الدماغ البشري، مثل نخاع العظم لذبابة الفاكهة أو الخلايا العقدية في شبكية فأر (والتي تحتوي على خمسين ألف عصبون).

وخلال عشر سنين يجب أن يزداد العدد إلى مئات آلاف العصبونات. يمكن أن يشمل هذا تصوير دماغ ذباب الفاكهة بكامله (135 ألف عصبون) أو حتى قشرة الذبابة

الإتروسكية Etruscan Shrew، وهو أصغر ثديي معروف يمتلك ملايين العصبونات.

وأخيرا، خلال خمس عشرة سنة، يجب أن يكون من الممكن مراقبة ملايين العصبونات، لمقارنتها بدماغ سمكة الزرد أو القشرة الجديدة Neocortex بكاملها لفأر. يمكن لهذا أن يمهد الطريق لتصوير أجزاء من أدمغة القردة العليا.

في هذه الأثناء، سيعالج مشروع الدماغ البشري في أوروبا المشكلة من زاوية مختلفة. خلال عشر سنين، سوف يستخدم حاسبات فائقة لتمثيل الوظائف الأساسية لأدمغة حيوانات مختلفة، مبتدئا بالفأر ومرتقيا حتى البشر. وبدلا من التعامل مع عصبونات منفردة، سيستخدم مشروع الدماغ البشري الترانزيستورات ليحاكي تصرفاتها، ولذا ستكون هناك برامج حاسوبية يمكنها العمل مثل القشرة الجديدة والمهاد والأجزاء الأخرى من الدماغ.

في النهاية، يمكن للتنافس بين هذين المشروعين الضخمين أن يخلق ضربة حظ بتوليد ابتكارات جديدة لمعالجة أمراض مستعصية، وإنشاء صناعات جديدة. لكن هناك أيضا هدفا آخر غير معلن. لو استطاع المرء في النهاية تمثيل الدماغ البشري، فهل يعني ذلك أن في إمكان الدماغ أن يصبح خالدا؟ وهل يعني ذلك أن في استطاعة الوعي الآن أن يكون خارج الجسم؟ تثير هذه المشاريع الطموحة بعض أصعب الأسئلة اللاهوتية والميتافيزيقية.

بناء دماغ

مثل الأطفال الآخرين، كنت أحب تفكيك الساعات مسمارا فمسمارا، ثم تعلُّم كيف تتركب الأجزاء كلها بعضها مع بعض. كنت أتابع كل جزء عقليا، بالنظر إلى كيف يتصل كل مسنن بالمسنن الآخر، حتى ينتظم الجميع بعضه مع بعض. أدركت أن النابض الرئيس يدير المسنن الرئيس، والذي يغذي بعد ذلك سلسلة من المسننات الأصغر، والتي تدير في النهاية عقارب الساعة.

اليوم، على مستوى أكبر بكثير، يحاول علماء الحاسوب والأعصاب تفكيك جسم أكثر تعقيدا، أكثر الأجسام تعقيدا وتطورا في الكون: الدماغ البشري. والأكثر من ذلك، أنهم يريدون إعادة تركيبه عصبونا فعصبونا.

وبسبب التطورات السريعة في مجال الأتمتة والإنسانيات والتقنية النانونية وعلم

الأعصاب، لم تعد الهندسة العكسية للدماغ مجرد مادة للمزاح المهذب بعد تناول العشاء. في الولايات المتحدة وأوروبا، ستتدفق مليارات الدولارات قريبا على مشاريع اعتبرت فيما مضى محرمة. تكرس عصبة صغيرة من العلماء الرواد اليوم حياتهم المهنية لمشروع ربما لن يعيشوا ليروا نهايته. وغدا، ربما تنمو صفوفهم لتشكل جيشا بكامله، يمول بسخاء من الولايات المتحدة والدول الأوروبية.

لو نجحوا فسوف يغير هؤلاء العلماء مسار التاريخ البشري. لن يعثروا فقط على علاجات وأدوية جديدة للأمراض العقلية، بل ربما يفكون سر الوعي، وربما يحملونه على حاسوب.

إنها مهمة شاقة. يتكون الدماغ البشري من أكثر من مائة مليار عصبون، تقريبا بعدد النجوم في مجرة درب التبانة. وكل عصبون موصول بدوره بعشرات الآلاف من العصبونات الأخرى، لذا هناك في المحصلة 10 ملايين مليار اتصال محتمل (وهذا من دون حساب عدد الممرات بين هذه الشبكة من العصبونات). لذا فإن عدد «الأفكار» التي يمكن للدماغ البشري أن يدركها هائلة حقا، وهي فوق التصور البشري.

مع ذلك، لم يوقف هذا عصبة صغيرة من العلماء المخلصين بشدة عن محاولة إعادة بناء الدماغ من لا شيء. هناك مثل صيني معروف «رحلة الألف ميل تبدأ بخطوة». لقد اتخذت هذه الخطوة الأولى عندما فكك العلماء عصبونا فعصبونا النظام العصبي لدودة نيماتود (الدودة الأسطوانية). هذه المخلوقة الضئيلة التي تدعى C.elegans لديها 302 عصبون و7000 شبكة، سجلت جميعها. يمكن الحصول على مخطط كامل لنظامها العصبي على الإنترنت (إلى يومنا هذا، لاتزال العضوية الحية الوحيدة التي فكك نظامها العصبي بكامله بهذه الطريقة).

اعتقد في البداية أن الهندسة العكسية الكاملة لهذه العضوية البسيطة ستفتح الباب للدماغ البشري. لكن العكس هو الذي حدث. على الرغم من أن عدد العصبونات لهذه الدودة محدود، فإن الشبكة مازالت معقدة ومتطورة جدا، بحيث استغرق الأمر سنوات لفهم حتى الحقائق البسيطة بشأن تصرف الدودة، مثل معرفة الممرات المسؤولة عن أي تصرف. وإذ كان من الصعب على العلماء فهم دماغ الدودة علميا، فقد اضطروا إلى الاعتراف بمدى تعقيد الدماغ البشري.

ثلاث مقاربات للدماغ

لأن الدماغ معقد جدا، هناك على الأقل ثلاث طرق محددة يمكن بواسطتها فكه عصبونا فعصبونا. الأولى هي تمثيل الدماغ إلكترونيا بحواسب فائقة، وهو المنحى الذي اختاره الأوروبيون. والثانية هي مسح الممرات العصبونية للدماغ الحي، كما في مشروع «برين» (يمكن تقسيم هذه المهمة أكثر بحسب كيفية تحليل هذه العصبونات - إما آليا عصبونا فعصبونا، أو بحسب الوظيفة أو النشاط). وفي الثالثة يمكن للمرء أن يفك شفرة الجينات التي تتحكم في تطور الدماغ، وهو منحى تبناه الملياردير بول آلن من مايكروسوفت.

الاتجاه الأول، وهو تمثيل الدماغ باستخدام الترانزيستورات والحاسبات، يسير قدما عن طريق الهندسة العكسية لأدمغة حيوانات بحسب تسلسل معين: فأر أولا، ثم يربوع ثم أرنب ثم قطة. يتبع الأوروبيون الأثر الوعر لمسار التطور، بادئين بالأدمغة الأبسط ومرتقين نحو الأعقد. بالنسبة إلى عالم حاسوبي، فالحل هو قدرة حاسوبية بحتة – كلما كانت أكبر كانت أفضل. ويعني هذا استخدام بعض أقوى الحاسبات في العالم لفك شفرة أدمغة الفئران والبشر.

كان هدفهم الأول هو دماغ الفأر، والذي هو بحجم واحد على ألف من حجم الدماغ البشري، ويحتوي على نحو مائة مليون عصبون. تحلل عملية التفكير لدماغ فأر بواسطة حاسوب بلوجين لشركة IBM الموجود في مختبر لورانس ليفارمور الوطني في كاليفورنيا، حيث توجد بعض أكبر الحواسب في العالم. ويستخدم لتصميم رؤوس هيدروجينية للبنتاغون. هذه المجموعة الهائلة من الترانزيستورات والشرائح والأسلاك تحتوي على 147456 معالجا بذاكرة مذهلة تبلغ 150 ألف غيغابايت (يحتوي الحاسوب الشخصي النموذجي على معالج واحد وعدة غيغابايت من الذاكرة).

كان التقدم بطيئا لكنه كان ثابتا. وبدلا من نمذجة الدماغ بكامله، حاول العلماء تقليد الوصلات فقط بين القشرة والمهاد، حيث تتركز معظم أنشطة الدماغ (وهذا يعني أن الوصلات الحسية مع العالم الخارجي غير موجودة في هذا التمثيل).

في العام 2006، مثل الدكتور دارميندرا مودا من IBM جزئيا دماغ الفأر بهذه الطريقة بواسطة 512 معالجا. وفي العام 2007 مثلت مجموعته دماغ الجرذ بـ2048

معالجا. وفي العام 2009 مثل دماغ القطة بـ 1.6 مليار عصبون وتسعة تريليونات وصلة باستخدام 24576 معالجا.

اليوم، باستخدام القوة الكاملة لحاسوب بلوجين، مثل العلماء 4.5 في المائة من عصبونات الدماغ البشري ومشابكها. للبدء بتمثيل جزئي للدماغ البشري يحتاج المرء إلى 880 ألف معالج، وقد يصبح هذا ممكنا في العام 2020.

سنحت لي الفرصة لتصوير فيلم عن حاسوب بلوجين. للوصول إلى المختبر، كان عليّ أن أمر على نقطة تلو أخرى من نقاط الأمن، لأنه مخبر الأسلحة الرئيس في البلد، لكن لا تكاد تجتاز نقاط التفتيش كلها، حتى تدخل إلى غرفة ضخمة مكيفة تحوي البلوجين.

الحاسوب في الحقيقة آلة رائعة. يتألف من صفوف فوق صفوف من الخزائن السوداء الكبيرة مملوءة بمفاتيح وأضواء متلألئة، كل منها بارتفاع 9 أقدام وطول نحو 15 قدما. وفي أثناء سيري على طول الخزائن التي تؤلف بلوجين، تساءلت عن نوع العمليات التي يقوم بها. من الأكثر احتمالا أنها كانت عمليات تمثيل ما يوجد داخل البروتون، وحساب تخافت مطلقات البلوتونيوم، وتمثيل اصطدام ثقبين أسودين، وعملية تفكير فأر كلها في آن واحد.

ثم أخبرت أن هذا الحاسوب الفائق يخلي الطريق أمام الجيل التالي وهو الحاسوب بلوجين/ السلسلة Q، والذي سيأخذ الحوسبة إلى مستوى جديد. في يونيو 2012 حقق الرقم العالمي لأسرع حاسوب فائق. عند السرعة القصوى يمكنه إجراء عمليات بـ20.1 بيتا فلوبس PFLOPS (أو 20.1 تريليون عملية نقطة عائمة في الثانية). ويغطي مساحة ثلاثة آلاف قدم مربعة، ويبتلع 7.9 ميغاوات من الطاقة الكهربائية، وهي طاقة كافية لإنارة مدينة صغيرة.

لكن هل تكفي هذه القوة الحاسوبية الضخمة المجمعة في حاسوب واحد كلها لمنافسة الدماغ البشري؟

لسوء الحظ، لا.

تحاول هذه التمثيلات الحاسوبية محاكاة التفاعل بين القشرة والمهاد فقط. بالتالي فأجزاء ضخمة من الدماغ غير موجودة. يدرك الدكتور مودا ضخامة مشروعه. سمحت له بحوثه الطموحة بأن يقدر الزمن اللازم لخلق نموذج عامل للدماغ البشري

بكامله، وليس لجزء أو نسخة باهتة منه فقط، مع أجزاء القشرة الجديدة كلها والاتصالات مع الحواس. يتطلع مودا ليس إلى استعمال بلوجين واحد، بل الآلاف منها، والتي ستملأ ليس غرفة واحدة فقط، بل ضاحية مدينة بكاملها. وسيكون استهلاك الطاقة هائلا جدا بحيث تحتاج إلى محطة توليد كهرباء بالطاقة النووية باستطاعة 1000 ميغاوات. ومن ثم لتبريد هذا الحاسوب الهائل بحيث لا ينصهر، ستحتاج إلى تحويل مجرى نهر، وجعله يمر ضمن دارات الحاسوب.

من الجدير بالملاحظة أن المطلوب هو حاسوب عملاق بحجم مدينة لتمثيل جزء من نسيج بشري يزن ثلاثة أرطال، ويدخل ضمن جمجمتك، ويرفع درجة حرارة جسمك درجات مئوية قليلة، ويستهلك 20 «واط» من الطاقة، ويحتاج إلى بضعة سندويشات من الهامبرغر فقط لجعله يستمر في عمله.

بناء دماغ

لكن ربما كان أكثر العلماء الذين اشتركوا في هذا البرنامج طموحا هو الدكتور هنري ماركرام من مدرسة الفنون التطبيقية الاتحادية في لوزان بسويسرا. فهو القوة الدافعة وراء مشروع الدماغ البشري، الذي تلقى أكثر من مليار دولار من المفوضية الأوروبية. أمضى ماركرام السبع عشرة سنة الأخيرة من حياته محاولا فك شفرة شبكة الدماغ العصبية. وهو أيضا يستخدم حاسوب البلوجين في الهندسة العكسية للدماغ. في الوقت الحالي، يستهلك مشروع الدماغ البشري التابع له فاتورة تصل إلى 140 مليون دولار من الاتحاد الأوروبي، وهذا يمثل جزءا فقط من القدرة الحاسوبية التي يحتاج إليها في العقد المقبل.

يعتقد الدكتور باركرام أن هذا لم يعد مشروعا علميا فقط، لكنه عمل هندسي يتطلب كميات ضخمة من المال. يقول «لبناء هذا – الحاسبات الفائقة والبرمجيات والبحث – نحتاج إلى نحو مليار دولار. ليس هذا مكلفا عندما نأخذ بعين الاعتبار أن العبء العالمي الناجم عن الأمراض العقلية سيتجاوز 20 في المائة من الناتج العالمي الإجمالي قريبا». بالنسبة إليه، يبدو مليار دولار مبلغا تافها مقارنة بمئات المليارات من الدولارات الناجمة عن فواتير الألزهايمر والباركنسون والأمراض المماثلة الأخرى عندما يتقاعد جيل فترة ازدهار الولادات Baby Boomers.

لذا فالحل بالنسبة إلى الدكتور ماركرام يتعلق بالحجم. اصرف كمية أكبر من المال على المشروع، وسيظهر الدماغ البشري. والآن وقد ربح مكافأة المليار دولار من المفوضية الأوروبية، ربما يصبح حلمه حقيقة.

وعندما يسأل ما الذي سيحصل عليه دافع الضرائب العادي من استثمار المليار دولار في مشروعه فإن لديه جوابا جاهزا. يقول إن هناك ثلاثة أسباب للعمل في هذا المشروع الوحيد، لكن المكلف. أولا «من الضروري بالنسبة إلينا فهم الدماغ البشري إذا أردنا النجاح في المجتمع، وأعتقد أن هذا خطوة رئيسة على مسار التطور. السبب الثاني هو أنه لا يمكننا الاستمرار في التجريب على الحيوانات إلى الأبد... إن هذا المشروع مثل سفينة نوح. إنه مثل سجل. والسبب الثالث هو أن هناك مليارين من الأشخاص في العالم مصابون باضطراب عقلي...»[2].

بالنسبة إليه، فإن معرفة القليل فقط حول الأمراض العقلية التي تسبب الكثير من المعاناة لملايين الناس هي أمر مَشين. يقول: «لا أحد يعرف اليوم العطل فيما يخص أي مرض عصبي - أي ممر، وأي وصلة، وأي عصبون، وأي مستقبل. وهذا أمر مخجل»[3].

ربما يبدو من المستحيل بادئ الأمر إتمام هذا المشروع، بهذا العدد الكبير من العصبونات وهذه الاتصالات كلها. تبدو مثل مسعى بلا جدوى، لكن هؤلاء العلماء يعتقدون أن لديهم ورقة رابحة.

يتألف الجينوم البشري من نحو ثلاثة وعشرين ألف جين، مع ذلك يمكنه بطريقة ما خلق الدماغ، والذي يتألف من مائة مليار عصبون. تبدو عملية خلق دماغ بشري من جيناتنا استحالة رياضية، مع ذلك فهي تتم كل مرة مع ولادة كل جنين. كيف يمكن لمثل هذه الكمية الهائلة من المعلومات أن تحشر ضمن شيء بهذا الصغر؟

الجواب، كما يعتقد الدكتور ماركرام، هو أن الطبيعة تختار الطرق الأقصر. المفتاح لمقاربته هو أن بعض نماذج العصبونات تكرر مرة بعد أخرى حالما تعثر الطبيعة الأم على نموذج جيد. لو نظرت إلى شرائح مجهرية للدماغ، لا ترى في البداية شيئا سوى شبكة فوضوية من العصبونات. لكن بالفحص الدقيق، تظهر أنماط لنماذج تتكرر مرة بعد أخرى.

(النماذج في الحقيقة هي أحد الأسباب التي جعلت تركيب ناطحات سحاب ضخمة بسرعة كبيرة أمرا ممكنا. لا يكاد يصمم نموذج واحد، حتى يصبح من الممكن

تكراره إلى ما لا نهاية على خط تجميع. ثم يمكنك أن ترتبها بعضها فوق بعض لتخلق ناطحة سحاب. لا تكاد توقع الأوراق كلها حتى يمكن تركيب بناية شققية باستخدام الوحدات هذه في أشهر قليلة).

المفتاح لمشروع دماغ الدكتور ماركرام هو «عمود القشرة الجديدة»، وهو نموذج يتكرر مرة بعد مرة في الدماغ. في البشر، يحتوي كل عمود بطول يقارب 2 ملم بقطر ½ ملم ستين ألف عصبون. (كنقطة مقارنة، تحوي النماذج العصبية في الجرذ نحو عشرة آلاف عصبون فقط في كل منها). استغرق الأمر عشر سنوات، من العام 1995 حتى العام 2005، ليمسح الدكتور ماركرام العصبونات في عمود كهذا، وليعرف كيف يعمل. بمجرد أن فك شفرة هذا النموذج حتى ذهب إلى IBM ليخلق نسخا مكررة ضخمة منه.

إنه المتفائل الدائم. في العام 2009، في أحد مؤتمرات TED(*)، ادّعى أن بإمكانه إنهاء المشروع في عشرة أعوام (من المحتمل أن يكون هذا لنسخة مفككة من الدماغ البشري من دون أي وصلة مع الفصوص أو الحواس الأخرى). لكنه ادعى أننا «لو بنيناه بشكل صحيح، فيجب أن يتكلم، وأن يكون له ذكاء، وأن يتصرف مثل البشر».

الدكتور ماركرام مدافع ماهر عن عمله. لديه جواب لكل شيء. عندما يقول النقاد إنه يجوس في منطقة محرمة، يرد بقوله: «كعلماء، يجب ألا نخاف من الحقيقة. علينا أن نفهم أدمغتنا. من الطبيعي أن يعتقد الناس أن الدماغ مقدس، وأنه لا يجوز لنا التلاعب به لأنه ربما كان مستودع أسرار أرواحنا. لكنني أعتقد بإخلاص أنه لو فهم العالم كيف يعمل الدماغ، فسوف نحل النزاعات في كل مكان. لأن الناس سيدركون مدى تفاهة النزاعات والانفعالات وسوء التفاهمات وحتميتها والتحكم فيها».

عندما يواجه بنقد أخير بأنه «يلعب دور الإله» يقول: «أعتقد أننا بعيدون جدا عن لعب دور الإله. الله خلق الكون بكامله. نحن نحاول بناء نموذج صغير فقط»[4].

(*) تيد: مؤسسة إعلامية غير ربحية تهدف إلى نشر الأفكار الجديدة في مختلف مجالات المعرفة البشرية من خلال مؤتمرها السنوي وأحاديث قصيرة يقدمها مختصون على الإنترنت. أسست في الولايات المتحدة الأمريكية في العام 1984. [المحررة].

هل هو دماغ حقا؟

على الرغم من أن هؤلاء العلماء يدعون أن تمثيلهم الحاسوبي للدماغ سيبدأ بالوصول إلى قدرة الدماغ البشري نحو العام 2020، فإن السؤال الرئيس هو ما واقعية هذا التمثيل؟ هل يستطيع تمثيل لقطة أن يلتقط فأرا على سبيل المثال؟ أو يلعب بكرة من الخيطان؟

الجواب هو لا. تحاول هذه التمثيلات الحاسوبية أن تماثل القوة المجردة لإطلاق العصبونات في دماغ القطة، لكنها لا تستطيع تقليد الطريقة التي تتفاعل فيها مناطق الدماغ بعضها مع بعض. تمثيل IBM هو للنظام المهادي القشري فقط (أي القناة التي تربط بين القشرة والمهاد). ليس لهذا النظام جسم فيزيائي، وبالتالي فالعلاقات بين الدماغ والبيئة كلها غير موجودة. ليس للدماغ فص جداري، لذا فلا يمتلك اتصالات حسية أو حركية بالعالم الخارجي. حتى ضمن النظام المهادي القشري، لا يتبع الاتصال الرئيس عملية تفكير قطة. ليست هناك دارات تغذية راجعة ودارات ذاكرة لمطاردة فريسة أو العثور على شريك. فدماغ القطة المبرمج سجل فارغ خال من أي ذكريات أو دوافع غريزية. بعبارة أخرى، لا يمكنه التقاط فأر.

لذا حتى لو أصبح من الممكن تمثيل دماغ بشري بحلول العام 2020، فلن تستطيع إجراء حديث بسيط معه. فمن دون الفص الجداري سيكون مثل سجل فارغ من دون أحاسيس، وخاليا من أي معرفة بذاته وبالناس والعالم حوله. ومن دون فص صدغي لن يستطيع التحدث. ومن دون جهاز حوفي لن تكون لديه أحاسيس. في الحقيقة، ستكون له قدرة دماغية أقل من رضيع حديث الولادة.

مازال تحدي ربط الدماغ بعالم الأحاسيس والعواطف واللغة والثقافة في بدايته الآن.

مقاربة شرّح وجرّب

المقاربة التالية التي فضلتها إدارة أوباما هي مسح عصبونات الدماغ مباشرة. بدلا من استخدام الترانزيستورات، تحلل هذه المقاربة الممرات العصبونية الفعلية في الدماغ. هناك عدة عناصر لهذه الطريقة.

إحدى الطرق للتقدم في هذا المجال هي في تمييز كل عصبون ومشبك عصبي في الدماغ. (تحطم العصبونات عادة بهذه الطريقة). يدعى هذا بالمقاربة التشريحية.

المنحى الآخر هو فك شفرة الطرق التي تتدفق فيها الإشارات الكهربائية عبر الخلايا العصبية عندما يقوم الدماغ بوظائف معينة. (المقاربة الأخيرة، التي تركز على معرفة مسالك الدماغ الحي، هي المفضلة من قبل إدارة أوباما).

تتألف المقاربة التشريحية من تفكيك خلايا دماغ حيوان، عصبونا فعصبونا، باستخدام منهج «شرّح وجرّب» slice-and-dice. بهذه الطريقة، فإن التعقيد الكامل للبيئة والجسم والذكريات موجود ضمنا في النموذج. بدلا من مقاربة الدماغ البشري بتركيب عدد هائل من الترانزيستورات، يريد هؤلاء العلماء تحديد كل عصبون في الدماغ. بعد ذلك ربما يمكن تمثيل كل عصبون بمجموعة من الترانزيستورات، بحيث تحصل على نسخة مطابقة من الدماغ البشري كاملة بذاكرة وشخصية واتصالات بالحواس. لا تكاد تعكس هندسة شخص ما بهذه الطريقة، حتى يصبح بإمكانك الحصول على محادثة مفيدة كاملة مع هذا الشخص، بذكريات وشخصية.

لا نحتاج إلى فيزياء جديدة لإكمال هذا المشروع. باستخدام جهاز مماثل لجهاز تقطيع اللحم في بقالة لحوم، شرّح الدكتور غيري روبين من معهد هوارد هيوز الطبي دماغ ذبابة فاكهة. ليست هذه بالمهمة السهلة، بما أن دماغ ذبابة الفاكهة هو بعرض ثلاثمائة ميكروميتر فقط، وهو بقعة ضئيلة بالمقارنة مع الدماغ البشري. يحتوي دماغ ذبابة الفاكهة على نحو 150 ألف عصبون. صورت كل شريحة، وهي بقطر خمسين بالمليار متر فقط، بدقة بواسطة مجهر إلكتروني، وغذيت الصور إلى حاسوب. ثم يحاول برنامج حاسوبي إعادة بناء التوصيلات، عصبونا عصبونا. وفق المعدل الحالي، سيستطيع الدكتور روبن أن يميز كل عصبون في دماغ ذبابة الفاكهة خلال عشرين عاما.

تعود السرعة البطيئة جزئيا إلى تقنية التصوير الحالية، لأن مجهر المسح القياسي يعمل بمعدل نحو عشرة ملايين بيكسل في الثانية. (وهذا نحو ثلث الدقة لشاشة تلفاز قياسية في الثانية). الهدف هو الحصول على آلة تصوير يمكنها معالجة عشرة ملايين بيكسل في الثانية، والذي سيشكل رقما عالميا.

مشكلة كيفية تخزين البيانات المتدفقة من المجهر إلى الحاسوب ضخمة أيضا. يتوقع روبن عندما يصل هذا المشروع إلى سرعته، أن يمسح نحو مليون غيغا بايت من البيانات في اليوم لذبابة فاكهة واحدة، لذا يتصور ملء مخزن ضخم من السواقات

الصلبة hard drives . فوق هذا كله، بما أن دماغ كل ذبابة فاكهة مختلف قليلا عن الآخر، فعليه أن يمسح مئات من أدمغة ذباب الفاكهة للحصول على تقريب صحيح لواحدة منها.

بناء على العمل على دماغ ذباب الفاكهة، فما الوقت اللازم لتشريح دماغ بشري؟ يجيب الدكتور روبين: «خلال مائة عام أود أن أعرف كيف يعمل الوعي البشري. الهدف للعشر أو العشرين سنة المقبلة هو فهم دماغ ذباب الفاكهة»[5].

يمكن تسريع هذه الطريقة بعدة تطورات تقنية. إحدى الطرق هي استخدام جهاز آلي، بحيث تتم عملية أخذ شرائح الشاقة من الدماغ وتحليل كل عينة بواسطة آلة. يمكن لهذا أن يخفّض بسرعة الزمن اللازم لإنجاز المشروع. فالأتمتة على سبيل المثال خفضت كثيرا تكلفة مشروع الجينوم البشري (على الرغم من أن موازنته كانت بحدود 3 مليارات دولار، فإنه أنجز قبل الوقت المحدد وبموازنة أقل، وهو شيء نادر الحدوث في واشنطن). الطريقة الأخرى هي استعمال أنواع مختلفة من الصبغات التي ستصبغ العصبونات والممرات المختلفة، مما يسهل رؤيتها. والمقاربة البديلة هي صنع مجهر آلي فائق يمكنه مسح العصبونات واحدة واحدة بتفصيل لا يقارن.

بمعرفة أن المسح الكامل للدماغ وحواسه كلها قد يستغرق مئات السنين، يشعر هؤلاء العلماء بشعور معماريي القرون الوسطى، الذين صمموا كاتدرائيات أوروبا عالمين أن أحفادهم سيكملون في النهاية مشروعهم.

إضافة إلى بناء خريطة تشريحية للدماغ، عصبونا فعصبونا، هناك جهد موازٍ يدعى «مشروع خريطة الدماغ البشري» Human Connectome Project الذي يستخدم مسوحات الدماغ لإعادة بناء الممرات التي تصل المناطق المختلفة من الدماغ.

مشروع خريطة الدماغ البشري

في العام 2010 أعلنت وكالة المعاهد الصحية الوطنية الأمريكية NIH تخصيص 30 مليون دولار موزعة على خمس سنوات، لمجموعة من الجامعات (بما فيها جامعة واشنطن في سانت لويس وجامعة مينيسوتا) ومنحة بقيمة 8.5 مليون دولار على مدى ثلاث سنوات إلى مجموعة جامعات تقودها جامعة هارفارد ومستشفى

ماساتشوستس العام وجامعة كاليفورنيا لوس أنجلوس. بهذا المستوى من التمويل قصير المدى لا يمكن للباحثين بالطبع أن يسلسلوا الدماغ بكامله، لكن القصد منه هو إعطاء دفعة للبدء بالمشروع.

من المحتمل جدا أن ينضم هذا المجهود إلى مشروع «برين»، مما سيسرعه بشكل كبير. الهدف هو إنتاج خريطة عصبية لممرات الدماغ البشري العصبية توضح الاضطرابات العقلية كالتوحد والفصام. يقول أحد الرياديين في مشروع خريطة الدماغ البشري الدكتور سيباستيان سيونغ: «خمّن العلماء أن العصبونات نفسها سليمة، لكن ربما كانت متصلة بعضها ببعض بطريقة خاطئة. لكن لم تتوافر لدينا التقنية حتى الآن لاختبار هذه الفرضية»[6]. لو أن هذه الأمراض ناتجة بالفعل من سوء التوصيل في الدماغ فربما يعطينا مشروع خريطة الدماغ البشري دليلا قيما عن كيفية معالجة هذه الظروف.

عند اعتبار الهدف النهائي من تصوير الدماغ البشري بكامله، يبدي الدكتور سيونغ يأسه أحيانا من إمكانية إتمام هذا المشروع على الإطلاق. يقول: «في القرن السابع عشر كتب الرياضي والفيلسوف بليز باسكال عن كرهه للانهائي، وعن شعوره بالتفاهة عند تصور المساحات الشاسعة للفضاء الخارجي. وكعالم، لا يفترض بي أن أتكلم عن مشاعري.... أشعر بالفضول وبالتعجب ولكني أحيانا أشعر باليأس»[7]. غير أنه وآخرين مثله يستمرون، حتى لو كان مشروعهم سيستغرق أجيالا ليكتمل. لديهم سبب للأمل، لأن المجاهر الميكروية سوف تلتقط الصور بلا تعب يوما ما، وسوف تحللها آلات ذكية صنعيا أربعا وعشرين ساعة في اليوم. لكن مجرد تصوير الدماغ البشري بمجهر إلكتروني عادي الآن سيستهلك نحو واحد زيتا بايت من البيانات، وهذا يعادل البيانات المجمعة في العالم اليوم على الإنترنت.

يدعو الدكتور سيونغ الجمهور للمشاركة في هذا المشروع العظيم عن طريق زيارة موقع يدعى EyeWire. هناك يمكن للمواطن العادي في العالم أن يشاهد كتلة من الممرات العصبية ويطلب منه تلوينها (ويبقى ضمن حدودها). إنها مثل كتاب تلوين افتراضي، عدا أن الصور هي العصبونات الحقيقية في شبكية عين، مأخوذة بواسطة مجهر إلكتروني.

خريطة دماغ ألن

أخيرا، هناك طريقة ثالثة لمسح الدماغ. بدلا من تحليل الدماغ باستخدام تمثيلات حاسوبية، أو بتحديد الممرات العصبية كلها، حصلت مقاربة أخرى على منحة سخية تبلغ 100 مليون دولار من ملياردير مايكروسوفت بول ألن. الهدف هو إنشاء خريطة أو أطلس لدماغ فأر، مع التأكيد على تحديد الجينات المسؤولة عن تشكيل الدماغ.

يؤمل أن يساعد فهم آلية الجينات في الدماغ في فهم أمراض التوحد والباركنسون وألزهايمر والأمراض العقلية الأخرى. وبما أن عددا كبيرا من جينات الفأر موجودة في الإنسان، فمن الممكن أن تعطينا الاكتشافات هنا معرفة بالدماغ البشري.

بهذا الحقن المفاجئ للأموال، أُنهي المشروع العام 2006، ونتائجه متوافرة مجانا على الإنترنت. أعلن مشروع أطلس ألن للدماغ البشري بعد ذلك مباشرة على أمل خلق خريطة ثلاثية الأبعاد كاملة جينيا وتشريحيا للدماغ البشري. في العام 2011 أعلن معهد ألن أنه مسح الكيمياء الحيوية لدماغين بشريين، ووجد ألف موقع تشريحي بمائة مليون نقطة بيانات تفصّل كيف يعبر عن الجينات في الكيمياء الحيوية المؤسسة للدماغ. أثبتت الدراسة أن 82 في المائة من جيناتنا يعبر عنها في الدماغ.

«حتى الآن، لا توجد ببساطة خريطة مؤكدة للدماغ البشري بهذا المستوى من التفصيل»، يقول الدكتور ألن جونز من معهد ألن. «يقدم أطلس ألن للدماغ البشري مناظر لم تشاهد من قبل لأكثر أعضائنا تعقيدا وأهمية»[8].

الاعتراضات على الهندسة العكسية

يدرك العلماء الذين كرّسوا حياتهم في الهندسة العكسية للدماغ أن أمامهم عقودا من العمل الشاق. لكنهم مقتنعون أيضا بالنتائج العملية لعملهم. ويشعرون بأنه حتى النتائج الجزئية ستساعد في فك أسرار الأمراض العقلية التي أصابت البشرية خلال تاريخها.

مع ذلك، قد يدعي النقاد أنه بعد أن تتم هذه المهمة الصعبة سيكون لدينا جبل من البيانات من دون أن نفهم كيف تنسجم بعضها مع بعض. على سبيل المثال،

تصور إنسانا من النياندرثال يعثر يوما ما على مخطط كامل لحاسوب بلوجين لشركة IBM. التفاصيل كلها موجودة هناك في المخطط، حتى آخر ترانزيستور فيه. المخطط ضخم ويحتل آلاف الأقدام المربعة من الورق. ربما يشعر النياندرثال بغموض أن هذا المخطط هو سر آلة قوية جدا، لكن الحجم الهائل من البيانات التقنية لا يعني شيئا بالنسبة إليه.

بالمثل، فالخوف هو أنه بعد صرف المليارات لمعرفة موقع كل عصبون في الدماغ، فإننا لن نستطيع فهم ما يعني هذا كله. وربما يستغرق الأمر عدة عقود أخرى من العمل الشاق لمعرفة كيف تعمل هذه الأمور كلها بعضها مع بعض.

على سبيل المثال، حقق مشروع الجينوم البشري نجاحا قويا في سلسلة الجينات كلها التي تشكل الجينوم البشري، لكنه شكل خيبة أمل كبيرة لأولئك الذين توقعوا منه علاجات فورية للأمراض الجينية. كان مشروع الجينوم البشري مثل قاموس ضخم، بثلاثة وعشرين ألف كلمة، لكن من دون تعاريف لها. صفحة بعد أخرى من هذا القاموس فارغة، مع أن تهجئة كل جين صحيحة تماما. شكّل المشروع اختراقا مهما، لكنه في الوقت نفسه مجرد خطوة أولى في رحلة طويلة لمعرفة كيف تعمل هذه الجينات وكيف تتفاعل.

بالمثل، فإن مجرد الحصول على خريطة كاملة لكل وصلة عصبية في الدماغ لا يضمن أن نعرف ماذا تعمل هذه العصبونات وكيف تتفاعل. الهندسة العكسية هي الجزء السهل، لكن بعد ذلك يبدأ الجزء الصعب – تفسير هذه البيانات.

المستقبل

لكن افترض الآن أن تلك اللحظة قد أتت أخيرا. بكثير من الضجة يعلن العلماء بجد أنهم نجحوا في هندسة الدماغ البشري بكامله عكسيا.

ثم ماذا؟

أحد التطبيقات الفورية هو معرفة جذور الأمراض العقلية. يعتقد أن العديد من الأمراض العقلية ليست ناجمة عن تخريب كبير في العصبونات، لكنها تنجم عن سوء اتصال بسيط بينها. فكّر في الأمراض الجينية الناجمة عن تحوّل وحيد، مثل مرض هنتينغتون أو تاي ساكس أو التليف الكيسي cystic fibrosis. من نحو ثلاثة مليارات

زوج قاعدي، يمكن لتهجئة خاطئة (أو لتكرار وحيد) أن تسبب فشلا لا يمكن التحكم فيه لأطرافك وتشنجات كما بالنسبة إلى مرض هنتينغتون. حتى لو كان الجينوم سليما بنسبة 9999.99 في المائة يمكن لعيب ضئيل أن يسبب خطأ السلسلة بأكملها. هذا هو السبب في أن المعالجة الجينية استهدفت هذه التحولات الوحيدة كأمراض جينية محتملة يمكن معالجتها.

بالمثل، لا تكاد تكتمل عملية الهندسة العكسية للدماغ، حتى يصبح بالإمكان تشغيل تمثيلات للدماغ، بإثارة اضطراب عن قصد ببعض الوصلات لمعرفة إذا كان باستطاعتك تحريض بعض الأمراض. ربما تكون حفنة من العصبونات فقط مسؤولة عن اضطرابات رئيسة في إدراكنا. ربما تكون إحدى مهمات الهندسة العكسية للدماغ هي تحديد هذه المجموعة الضئيلة من العصبونات التي تفشل في الإطلاق.

أحد الأمثلة ربما يكون وهم كابغراس Capgras delusion حيث ترى شخصا تدرك أنه والدتك، لكنك تعتقد أن هذا الشخص مدعٍ. وفق الدكتور راماتشاندران ربما نجم هذا المرض عن سوء اتصال بين جزأين من الدماغ[9]. التلفيف المغزلي في الفص الصدغي مسؤول عن التعرف على وجه والدتك، لكن اللوزة مسؤولة عن الاستجابة العاطفية لرؤيتها. وعندما تتعطل الصلة بين هذين المركزين يمكن للمرء أن يتعرف على وجه والدته بشكل جيد تماما، لكن لأنه لا توجد استجابة عاطفية فإنه مقتنع تماما بأنها مدعية.

استخدام آخر للهندسة العكسية للدماغ هو تحديد بالضبط أي مجموعة من الأعصاب تخطئ في الإطلاق. يشمل تمثيل الدماغ العميق كما رأينا استخدام مجسات ضئيلة لإخماد نشاط جزء ضئيل من الدماغ، مثل منطقة برودمان 25 في بعض حالات الاكتئاب الشديد. باستخدام خريطة الهندسة العكسية ربما يكون من الممكن معرفة أين تخطئ العصبونات في الإطلاق بالضبط، والذي قد يتعلق بحفنة من العصبونات فقط.

سيشكل دماغ مهندس عكسيا مساعدة كبيرة للذكاء الصنعي. تتم الرؤية والتعرف على الوجه بلا جهد من قبل الدماغ، لكنهما لايزالان يستعصيان على أكثر حواسبنا تطورا. على سبيل المثال، يمكن للحاسوب أن يتعرف بدقة 95 في المائة أو أكبر على الوجوه البشرية التي تنظر نحو الأمام مباشرة، والتي هي أيضا جزء من بنك

بيانات صغير، لكنك لو أريت الحاسوب الوجه نفسه من زوايا مختلفة، أو وجها ليس في بنك المعلومات، فمن المحتمل جدا أن يفشل. خلال 0.1 ثانية يمكننا التعرف على وجوه مألوفة من زوايا متباينة، وهي عملية سهلة جدا بالنسبة إلى أدمغتنا بحيث إننا لا نشعر بأننا نقوم بها. ربما تظهر الهندسة العكسية للدماغ السر بشأن كيفية حدوث هذا الأمر.

الأكثر تعقيدا ستكون أمراضا تشمل فشلا متعددا للدماغ، مثل الفصام. يشمل هذا الاضطراب عدة جينات، مع التفاعل مع البيئة التي تسبب بدورها نشاطا غير عادي في مناطق مختلفة من الدماغ. لكن حتى هناك يمكن لدماغ مهندس عكسيا أن يعرف بالضبط كيف تتشكل أعراض معينة (كالهلوسات) وربما يمهد هذا الطريق لعلاج محتمل.

ستحل الهندسة العكسية للدماغ أيضا أسئلة أساسية لكنها غير محلولة، مثل كيف تخزن الذكريات طويلة الأمد. من المعلوم أن مناطق معينة من الدماغ مثل الحصين واللوزة تخزن ذكريات، لكن كيف تتوزع الذكريات خلال القشرات المختلفة، وكيف يعاد تجميعها لخلق ذاكرة، مازال أمرا غامضا.

لا يكاد يصبح الدماغ المهندس عكسيا عاملا تماما، حتى يحين الوقت لتشغيل داراته كلها لمعرفة فيما إذا كان سيستجيب كالبشر (أي لمعرفة إذا كان سيجتاز اختبار تورنغ). بما أن الذاكرة طويلة الأمد مشفرة مسبقا في عصبونات الدماغ المهندس عكسيا، يجب أن يكون من الواضح بسرعة ما إذا كان الدماغ يستطيع أن يستجيب بطريقة لا يمكن تمييزها عن الإنسان.

أخيرا، هناك تأثير واحد للهندسة العكسية للدماغ لا يناقش إلا نادرا، على رغم أنه في تفكير كثيرين من الناس: الخلود. لو أمكن نقل الوعي إلى حاسوب، هل يعني ذلك أنه ليس من المحتم أن نموت؟

التخمين ليس أبدا مضيعة للوقت.

إنه ينظف الأخشاب الميتة في غابة الاستنتاج.

إليزابيث بيترز

نحن حضارة علمية... هذا يعني حضارة تكون المعرفة والنزاهة فيها مهمتين. العلم مجرد كلمة لاتينية للمعرفة.... المعرفة هي قدرنا.

جاكوب برونوسكي

12

مستقبل العقل
فيما وراء المادة

«بدلا من تجميد الجسم وتمزيق الخلايا، ربما تكون الطريقة الأكثر وثوقية للحصول على الخلود هي في إكمال خريطة الدماغ البشري».

هل يمكن للوعي أن يوجد بنفسه، حرا من قيود الجسم المادي؟ هل يمكننا أن نترك أجسامنا المادية، وأن نتجول كالأرواح في هذا الملعب الذي يدعى الكون؟ استكشف هذا في مسلسل «ستار ترك» Star Trek، عندما صادف كيرك قبطان السفينة الفضائية إنتربرايز صنفا متفوقا، بنحو مليون سنة تقريبا، عن سكان اتحاد الكواكب. كانوا متفوقين جدا إلى درجة أنهم تخلوا منذ فترة طويلة عن أجسادهم الفانية، وأصبحوا يعيشون في كرات نابضة من الطاقة البحتة. مضى ألف عام منذ أن شعروا بإحساسات ساحرة كاستنشاق الهواء العليل، أو لمس يد كل منهم الآخر، أو الشعور بالحب الجسدي. يرحب قائدهم سارغون بالإنتربرايز على سطح كوكبهم. يقبل القبطان كيرك الدعوة، مدركا تماما أن في إمكان هذه الحضارة أن تبخر الإنتربرايز فورا إذا أرادت ذلك.

لكن ما لم يعرفه الطاقم أن لدى هذه المخلوقات الفائقة نقطة ضعف قاتلة. على الرغم من تقنيتهم المتقدمة كلها، فقد حرموا مئات الآلاف من السنين من أجسادهم الفيزيائية. ولذا يحنون إلى الشعور بدفق المشاعر الجسدية، ويودون لو عادوا بشرا مرة أخرى.

أحد هذه المخلوقات الفائقة شرير، وصمم أن يمتلك أجسام الطاقم المادية. أراد أن يعيش كالبشر، حتى لو تم ذلك بتحطيم عقل صاحب الجسم. سريعا، يندلع قتال على سطح السفينة إنتربرايز، بينما يستولي الكائن الشرير على جسم سبوك، ويدافع الطاقم عن أنفسهم.

سأل العلماء أنفسهم، هل هناك قانون فيزيائي يمنع العقل من الوجود من دون الجسم؟ بصورة خاصة، إذا كان العقل البشري الواعي جهازا يخلق باستمرار نماذج للعالم، ويمثلها في المستقبل، فهل من الممكن صنع آلة يمكنها تمثيل العملية بكاملها؟

ذكرنا سابقا إمكانية الحفاظ على أجسادنا ضمن أغلفة، كما في فيلم «البدائل» Surrogates، بينما نتحكم عقليا بإنسالي. المشكلة هنا هي أن جسمنا الطبيعي سيظل يتهالك بالتدريج، حتى لو بقي بديلنا الإنسالي بالعمل. يفكر علماء جادون فيما إذا كان في استطاعتنا بالفعل نقل أدمغتنا إلى إنسالي بحيث نصبح خالدين فعلا. ومن لا يرغب في اغتنام فرصة الحياة الخالدة؟ وكما قال وودي آلن مرة «لا أريد أن أعيش إلى الأبد من خلال أعمالي. أريد أن أعيش إلى الأبد بألا أموت».

في الواقع، يدعي ملايين الناس مسبقا أن من الممكن للعقل أن يترك الجسم. وفي الحقيقة، يصر العديدون أنهم فعلوا ذلك بأنفسهم.

تجربة الخروج من الجسد

الفكرة بوجود عقول خارج الأجساد ربما كانت الأقدم من بين خرافاتنا، وهي موجودة عميقا ضمن أساطيرنا وقصصنا الشعبية وأحلامنا وربما حتى جيناتنا. كل مجتمع كما يبدو لديه بعض القصص حول الأشباح والشياطين الذين يستطيعون دخول الأجسام والخروج منها كما يشاءون.

للأسف، عوقب العديد من الأبرياء لطردهم الشياطين التي افترض أنها امتلكت أجسادهم. ربما كانوا يعانون أمراضا عقلية مثل الفصام، حيث يطارد الضحايا

بأصوات تولد في عقولهم. يعتقد المؤرخون أن إحدى ساحرات «سالم»(*)، والتي شنقت في العام 1692 لأنها مسكونة، ربما كانت لديها حالة جينية تدعى مرض هنتغتون الذي يؤدي إلى فشل في التحكم بالأطراف.

اليوم يدعي بعض الناس أنهم دخلوا في حالة من النشوة، بحيث غادر وعيهم الجسد وأصبح حرا في التجوال في الفضاء، حتى أنهم استطاعوا النظر إلى أجسادهم الفانية. في إحصاء أُجري على ثلاثة عشر ألف أوروبي، ادّعى 5.8 في المائة منهم بأنهم مروا بتجربة الخروج من الجسد[1]. وتظهر مقابلات أُجريت في الولايات المتحدة نتائج مماثلة.

ريتشارد فاينمان، الحائز جائزة نوبل، والمحب لاستطلاع الظواهر الجديدة، وضع نفسه مرة في خزان يحجب الأحاسيس، وحاول أن يترك جسده المادي. وقد نجح. كتب بعد ذلك أنه شعر بأنه غادر جسده، وانجرف في الفضاء، ورأى جسده الساكن عندما نظر إلى الخلف. لكن فاينمان استنتج بعد ذلك أن هذا ربما كان خيالا نتج عن الحرمان من الأحاسيس.

يقدم علماء الأعصاب الذين درسوا هذه الظاهرة تفسيرا أكثر ابتذالا. ربما حدد الدكتور أولاف بلانك وزملاؤه في سويسرا المكان الدقيق في الدماغ الذي يولد خبرات الخروج من الجسد. كانت إحدى مرضاه امرأة في الثالثة والأربعين عانت نوبات صرع عنيفة أتت من فصها الصدغي الأيمن. وضعت شبكة مؤلفة من نحو مائة قطب فوق دماغها من أجل تحديد المنطقة المسؤولة عن النوبات. وعندما حرضت الأقطاب المنطقة بين الفص الصدغي والفص الجداري، حصلت مباشرة على الشعور بأنها قد غادرت جسدها. صاحت: «أرى نفسي مستلقية على سرير من الأعلى، لكنني أرى قدميّ والجزء الأسفل من جسدي فقط!»[2]. شعرت بأنها تعوم على مسافة ست أقدام فوق جسدها.

ولكن عندما أغلقت الأقطاب، اختفى الشعور بالوجود خارج الجسد فورا. في الحقيقة، وجد الدكتور بلانك أن في إمكانه إطفاء وتشغيل الشعور بالخروج

(*) خلال العامين 1692 و1693، وفي عدد من مدن وقرى ماساتشوستس (من بينها قرية «سالم»)، أُجريت سلسلة من المحاكمات التي انتهت إلى إعدام 20 شخصا بتهمة السحر (أغلبهم من النساء). [المحررة].

من الجسد كما نفعل مع مفتاح النور- بتحريض هذه المنطقة من الدماغ بشكل متكرر. وكما رأينا في الفصل التاسع، يمكن لقطع في الفص الصدغي المصاب بالصرع أن يحرض الشعور بأن هناك أرواحا شريرة وراء كل مصيبة، لذا ربما كانت فكرة الأرواح التي تغادر الجسد جزءا من تكويننا العصبي. (ربما يفسر هذا أيضا وجود مخلوقات خارقة للطبيعة. عندما حلل الدكتور بلانك امرأة في سن الثانية والعشرين كانت تعاني نوبات صرع مستعصية وجد أن تحريض المنطقة الصدغية الجدارية من الدماغ، يمكنه تحريض الشعور بوجود شبح خلفها. كان في إمكانها وصف هذا الشخص الذي قام حتى بإمساك ذراعيها بالتفصيل. كان موقعه يتغير مع كل ظهور، لكنه كان دوما يظهر خلفها).

الوعي البشري، كما أعتقد، هو عملية تكوين نموذج باستمرار للعالم من أجل تمثيل المستقبل وتنفيذ هدف. بالأخص، فالدماغ يتلقى الأحاسيس من العينين والأذن الداخلية لخلق نموذج حول المكان الموجودين فيه. لكن عندما تكون الإشارات من أعيننا وآذاننا متناقضة، نضطرب في تحديد مكاننا. كثيرا ما نشعر بدوخة ونقع أرضا. على سبيل المثال، يشعر الكثيرون بدوار البحر عندما يكونون على متن زورق يتأرجح لأن أعينهم وهي تنظر إلى جدران الغرفة تخبرهم بأنهم واقفون، لكن آذانهم الداخلية تخبرهم بأنهم يتأرجحون. يسبب عدم التطابق هذا بين هذه الإشارات الدوخة. الحل هو في النظر بعيدا إلى الأفق، بحيث تتطابق الصور المرئية مع الإشارات من الأذن الداخلية. (يمكن أن يحرض الشعور نفسه بالدوخة حتى لو كنت ثابتا. لو نظرت إلى سلة قمامة دوارة وعليها أشرطة عمودية لماعة، يبدو لك أن الأشرطة تتحرك أفقيا أمام عينيك، مما يعطيك الإحساس بأنك تتحرك. لكن أذنك الداخلية تقول لك بأنك ثابت. عدم التطابق الناتج يجعلك تتقيأ بعد عدة دقائق، حتى لو كنت تجلس على كرسي).

يمكن التدخل في الرسائل الصادرة من العينين والأذن الداخلية كهربائيا أيضا، عند الحد بين الفص الجداري والصدغي، وهو مصدر خبرات الوجود خارج الجسد. عندما تلامس تلك المنطقة الحساسة، يختلط الأمر بالنسبة إلى الدماغ حول موقعك في المكان. (من الجدير بالملاحظة أن نقص الدم أو الأكسجين أو زيادة ثاني أكسيد الكربون في الدم يمكنها أن تسبب أيضا خللا في المنطقة الصدغية الجدارية وتحرض

خبرات الخروج من الجسد، وهذا يفسر انتشار هذه الأحاسيس خلال الحوادث وحالات الطوارئ ونوبات القلب... إلخ)[3].

تجربة الاقتراب من الموت

لكن ربما كانت أكثر خبرات الخروج من الجسد إثارة هي قصص الاقتراب من الموت لأفراد أعلن أنهم ميتون، لكنهم استعادوا وعيهم بشكل غامض. في الواقع، يذكر 6 إلى 12 في المائة من الناجين من توقف ضربات القلب تجربة الاقتراب من الموت. يبدو كأنهم خدعوا الموت نفسه. عندما أُجريت لهم مقابلات كانت لديهم قصص مثيرة حول التجربة ذاتها: لقد غادروا أجسادهم وانجرفوا نحو ضوء لامع في نهاية نفق طويل.

استغلت وسائل الإعلام هذه الخبرات بنشر عدد من الكتب الأفضل مبيعا، وببرامج وثائقية متلفزة مخصصة لهذه القصص المسرحية. اقترحت نظريات غريبة عديدة لشرح خبرات الاقتراب من الموت. في إحصاء أُجري على ألفي شخص، اعتقد 42 في المائة منهم أن تجربة الاقتراب من الموت دلت على اتصال مع العالم الروحاني ما وراء الموت. (يعتقد البعض أن الجسم يطلق الأندورفين – مخدر طبيعي – قبل الموت. ربما يفسر هذا الشعور بالنشوة الذي يشعر به الناس، لكن ليس النفق والضوء اللامع في نهايته). خمن كارل ساغان أن خبرات الاقتراب من الموت هي مجرد استعادة للشعور بمخاض الولادة. حقيقة أن هؤلاء الأفراد يصفون خبرات متماثلة جدا لا يعزز بالضرورة نظراتهم حول الحياة بعد الموت. في الحقيقة، يبدو أن هذه الخبرات تشير إلى حدوث حالة عصبية عميقة.

نظر علماء الأعصاب في هذه الظاهرة بجدية، وشكوا في احتمال نقص تدفق الدم إلى الدماغ، والذي يرافق غالبا حالات الاقتراب من الموت، والتي تحدث في حالات الإغماء أيضا. أجرى الدكتور توماس ليمبرت، عالم الأعصاب في عيادة كاسيل بارك في برلين، سلسلة من التجارب على اثنين وأربعين شخصا بصحة جيدة، وجعلهم يتعرضون للإغماء تحت ظروف مخبرية متحكم بها[4]. رأى 60 في المائة منهم هلوسات بصرية (على شكل أضواء لامعة وبقع ملونة). وشعر 47 في المائة منهم أنهم يدخلون في عالم آخر. وادعى 20 في المائة أنهم التقوا كائنا خارقا للطبيعة.

ورأى 17 في المائة منهم ضوءا لامعا. ورأى 8 في المائة منهم نفقا. لذا يمكن للإغماء أن يقلد الإحساسات جميعها التي يشعر بها الناس في خبرات الاقتراب من الموت. لكن كيف يحدث هذا بالضبط؟

ربما يحل سر سبب تمثيل الإغماء لخبرات الاقتراب من الموت بتحليل خبرات الطيارين العسكريين. على سبيل المثال، اتصلت القوات الجوية الأمريكية بعالم الأعصاب الدكتور إدوارد لامبرت لتحليل طيارين حربيين أُغمي عليهم عندما خبروا قوى عالية جدا من الجاذبية[5] (أي عندما نفذوا استدارة حادة في طائرة نفاثة، أو ارتفعوا فجأة بعد هبوط). وضع الدكتور لامبرت طيارين في جهاز نابذة فائق Ultracentrifuge في مايو كلينيك في روشستر مينيسوتا، أدارهم ضمن دائرة حتى حصلوا على خبرة قوى عالية من الجاذبية. مع انحسار الدم من أدمغتهم أصبحوا بلا وعي بعد 15 ثانية من اختبار مرورهم بعدة تسارعات من الجاذبية.

وجد أنه بعد خمس ثوانٍ فقط، نقص تدفق الدم إلى عيون الطيارين بحيث عميت رؤيتهم المحيطية، مما خلق لهم صورة لنفق طويل. يمكن لهذا أن يفسر النفق الذي يراه كثير من الناس الذين يمرون بخبرات الاقتراب من الموت. لو اسودَّ محيط رؤيتك، فكل ما تراه هو نفق طويل أمامك. لكن لأن الدكتور يمكنه تعديل سرعة النابذة بدقة بتدوير مؤشر، وجد أنه يستطيع إبقاء الطيارين في هذه الحالة بشكل دائم، مما سمح له بالبرهنة على أن رؤية النفق ناتجة عن نقص تدفق الدم إلى محيط العين.

هل يمكن للوعي أن يغادر جسمك؟

يعتقد بعض العلماء الذي فحصوا تجارب الاقتراب من الموت والخروج من الجسد أنها نواتج ثانوية للدماغ نفسه عندما يوضع تحت ظروف ضاغطة، وعندما تختل وصلاته. مع ذلك، هناك علماء آخرون يعتقدون أننا عندما تتطور تقنيتنا بشكل كاف بعد عدة عقود من الآن، فربما يمكن لوعي الشخص أن يغادر حقا جسمه. اقترحت عدة طرق مثيرة للجدل لذلك.

قدم المخترع والمستقبلي الدكتور راي كورزويل، الذي يعتقد أن الوعي قد يُحمل يوما ما على حاسوب فائق، إحدى الطرق. تحدثنا مرة في أحد المؤتمرات[6]، وأخبرني بأن ولعه بالحاسبات والذكاء الصنعي بدأ عندما كان في الخامسة من العمر، عندما

اشترى له والداه أنواعا من اللعب والأجهزة الميكانيكية. كان يحب العبث بهذه الأجهزة، وحتى كطفل أدرك أنه سيصبح مخترعا. في جامعة MIT تلقى شهادة الدكتوراه تحت إشراف الدكتور مارفين مينسكي، أحد مؤسسي الذكاء الصنعي. بعد ذلك طبَّق تقنية تمييز الأنماط PRT على الأدوات الموسيقية وآلات تحويل النص إلى صوت. استطاع ترجمة أبحاث الذكاء الصنعي في هذه المجالات إلى سلسلة من الشركات. (باع شركته الأولى عندما كان في سن العشرين فقط). احتُفي بقارئه البصري، الذي يستطيع التعرف على نص وتحويله إلى صوت، لأنه يساعد العميان، وحتى أن والتر كرونكايت(*) ذكره في نشرة أخبار المساء.

لتكون مخترعا ناجحا، كما قال لي، عليك دوما أن تكون في الطليعة، وأن تتوقع التغيير، لا أن تستجيب له. بالفعل، يعشق الدكتور كورزويل التنبؤ، وقد عكس الكثير من تنبؤاته النمو الأسي الملحوظ للتقنية الرقمية. لقد تنبأ بالتالي:

- بحلول العام 2019، ستكون لحاسوب شخصي ثمنه ألف دولار القدرة الحاسوبية نفسها للدماغ البشري – عشرون مليون مليار عملية حسابية في الثانية. (تم الحصول على هذا الرقم بأخذ مائة مليار عصبون للدماغ وضربها بألف وصلة للعصبون وبمائتي عملية حسابية في الثانية لكل وصلة).
- بحلول العام 2029، سيكون حاسوب شخصي بثمن 1000 دولار أقوى بألف مرة من الدماغ البشري، وستنجز الهندسة العكسية للدماغ البشري نفسه بنجاح.
- بحلول العام 2055، ستعادل القدرة الحاسوبية لحاسوب ثمنه 1000 دولار القدرة الحاسوبية للبشر جميعهم على سطح الكرة الأرضية [7]. (يضيف بتواضع «ربما كنت مخطئا بعام أو عامين»).

يبدو العام 2045 مهما بشكل خاص بالنسبة إلى الدكتور كورزويل، لأنه العام الذي يعتقد أن «المتفردة» singularity ستسيطر فيه. بحلول ذلك العام، كما يدعي، ستتفوق الآلات على البشر في الذكاء، وستكون قد خلقت الجيل التالي من الإنساليات الأذكى منها. وبما أن هذه العملية يمكن أن تستمر إلى ما لا نهاية، فهذا يعني بحسب الدكتور كورزويل تسارعا لا ينتهي لقدرة الآلات. في هذا السيناريو علينا إما الاندماج في مخلوقاتنا، أو التنحي عن طريقها. (على الرغم من أن هذه المواعيد في المستقبل

(*) كرونكايت (1916 – 2009) كان أحد أكثر المذيعين الصحافيين شهرة وموثوقية في أمريكا. [المحررة].

البعيد، فإنه يود العيش لفترة طويلة كافية لرؤية اليوم الذي يصبح فيه البشر خالدين، أي أنه يريد العيش فترة طويلة كافية كي يعيش إلى الأبد).

وكما نعلم من قانون مور، لا يمكن للقدرة الحاسوبية عند حد معين أن تتطور بصنع ترانزيستورات أصغر فأصغر. بحسب كورزويل، فالطريقة الوحيدة لتوسيع القدرة الحاسوبية هي في زيادة الحجم الكلي، وهذا سيترك الإنساليات تبحث عن قدرة حاسوبية أكبر بالتهام المواد الخام على الأرض. لا يكاد يصبح الكوكب حاسوبا ضخما، حتى تضطر الإنساليات إلى السفر إلى الفضاء الخارجي للبحث عن مصادر أكثر من القدرة الحاسوبية. في النهاية، ربما تستهلك قوة نجوم بأكملها.

سألته مرة عمّا إذا كان هذا النمو الكوني للحاسبات سيغير الكون نفسه. نعم، أجاب. أخبرني بأنه يتطلع أحيانا إلى السماء في الليل، ويتساءل عمّا إذا كانت كائنات ذكية على كوكب بعيد قد وصلت مسبقا إلى الحالة المنفردة. لو تم هذا فربما تركوا علامة ما على النجوم نفسها قد تكون مرئية للعين المجردة.

أحد المعوقات، كما أخبرني، هو سرعة الضوء. ما لم تستطع تلك الآلات كسر حاجز الضوء، فإن هذا النمو الأسي في الطاقة قد يصل إلى سقف معين. عندما يحدث هذا، يقول كورزويل، ربما سيغيرون قوانين الفيزياء نفسها.

أي شخص يدلي بتنبؤات بهذه الدقة والسعة يستدعي بالطبع النقد فورا، لكن لا يبدو أن هذا يردعه. يمكن للناس أن يجادلوا حول هذا التنبؤ أو ذاك بما أن كورزويل قد أخطأ في بعض مواعيده، لكنه مشغول بشكل أساسي بدفع أفكاره التي تتنبأ بنمو أسي للتقنية. ولنكون منصفين، فإن معظم الناس الذين يعملون في حقل الذكاء الصنعي الذين قابلتهم يوافقون على أن نوعا معينا من المتفردة سيحدث، لكنهم يختلفون بقوة حول موعد حدوثها، وكيف ستكون. على سبيل المثال يعتقد بيل غيتس المؤسس المشارك في مايكروسوفت أن لا أحد حيا الآن سيعيش ليرى اليوم الذي تصبح فيه الحاسبات ذكية بما يكفي للتفوق على البشر[8]. ويقول كيفن كيلي محرر مجلة وايارد Wired «الناس الذين يتنبأون بمستقبل مثالي يتنبأون دوما بأنه سيحدث قبل أن يموتوا»[9].

بالفعل، فإن أحد أهداف كورزويل العديدة هي إعادة والده للحياة. أو ربما يريد أن يخلق تمثيلا واقعيا له. هناك احتمالات عدة، لكنها كلها تبقى تخمينية جدا.

يقترح كورزويل إمكان استخلاص دنا من والده (من قبره أو من أقارب له أو من مواد عضوية خلفها وراءه). ضمن نحو ثلاثة وعشرين ألف جين، سيكون هناك مخطط كامل لإعادة خلق جسم ذلك الشخص. ثم يمكن إنشاء نسخة من الدنا.

هذا الأمر محتمل بالتأكيد. سألت مرة الدكتور روبرت لانزا من شركة التقنية المتقدمة للخلايا كيف أمكنه إعادة مخلوق ميت منذ فترة طويلة إلى الحياة، محرزا سبقا تاريخيا بهذه العملية. أخبرني أن حديقة حيوان سان دييغو طلبت منه أن يخلق نسخة من البانتغ (بقرة جاوة)، وهو مخلوق يشبه الثور مات منذ خمس وعشرين سنة[10]. الجزء الصعب كان استخلاص خلية يمكن استعمالها للاستنساخ. لكنه نجح، ثم أخذ الخلية إلى مزرعة وزرعها في بقرة أنثى، ولدت بعد ذلك هذا الحيوان. على الرغم من عدم استنساخ أي من القردة العليا حتى الآن، فضلا عن إنسان، فإن لانزا يشعر بأنها مسألة تقنية، وأنها مسألة وقت فقط قبل أن يستنسخ شخص ما إنسانا.

مع ذلك، سيكون هذا هو الجزء السهل. ستكون النسخة معادلة جينيا للأصل لكنها من دون ذكرياته. ربما أمكن تحميل ذكريات صنعية إلى الدماغ باستخدام طرق رائدة وصفت في الفصل الخامس، مثل حشر مجسات في الحصين، أو خلق حصين صناعي، لكن والد كورزويل مات منذ فترة طويلة، لذا من المستحيل صنع التسجيل في المقام الأول. أفضل ما يمكن عمله هو تجميع البيانات التاريخية كلها حول ذلك الشخص قطعة قطعة، مثل مقابلة الآخرين الذين يمتلكون ذكريات مماثلة له، أو الحصول على عمليات حساباتهم المصرفية... إلخ، ثم إدخالها إلى البرنامج.

طريقة أكثر عملية لإدخال شخصية إنسان وذاكرته قد تكون بإنشاء سجل كبير من البيانات يحتوي على المعلومات المعروفة كلها عن عادات الشخص وحياته. على سبيل المثال، يمكنك اليوم تخزين رسائلك الإلكترونية وتحويلات بطاقتك الائتمانية وسجلاتك ومواعيدك ومذكراتك الإلكترونية وتاريخ حياتك كلها في سجل واحد، وهذا كله يمكنه أن يخلق صورة دقيقة جدا عنك. سيشكل هذا الملف «توقيعك الرقمي» بكامله، ممثلا كل شيء معروف عنك. سيكون دقيقا وشخصيا بدرجة ملحوظة، حيث يفصل أنواع الشراب التي تفضلها، وكيف تقضي عطلاتك، وما نوع المنظف الذي تستخدمه، ومطربك المفضل، وما إلى ذلك.

أيضا بواسطة استمارة أسئلة يمكن خلق تقريب جيد لشخصية والد كورزويل. وسيملأ أصدقاؤه وأقاربه وزملاؤه استمارة أسئلة تحوي عددا من الأسئلة حول شخصيته، مثل ما إذا كان خجولا أو فضوليا أو أمينا أو جادا في عمله... إلخ. ثم سيحددون رقما لكل مواصفة (مثلا: الرقم 10 سيعني أنك أمين جدا). سيخلق هذا سلسلة من مئات الأرقام، بحيث يمثل كل رقم منها صفة معينة من الشخصية. ما إن تُجمّع هذه المجموعة الواسعة من الأرقام، حتى يأخذ برنامج حاسوبي هذه البيانات، ويقارب كيف سيتصرف الشخص في أوضاع افتراضية. دعنا نفترض أنك تلقي خطابا وتواجه معلقا لاذعا. سيمسح البرنامج الحاسوبي الأرقام وسيتنبأ بعدد من ردود الفعل المحتملة (مثل تجاهل المعلق، أو التعليق عليه، أو الاشتباك معه). بعبارة أخرى، فإن شخصيته الرئيسة سوف تختزل في سلسلة طويلة من الأرقام، كل منها من 1 إلى 10، يمكن استخدامها من قبل حاسوب ليتنبأ كيف سيتصرف في ظروف جديدة.

النتيجة ستكون برنامجا حاسوبيا ضخما يستجيب لمواقف جديدة بطريقة مشابهة للطريقة التي يتصرف بها الشخص الأصلي، مع استخدام التعابير اللفظية نفسها، واستخدام الحيل نفسها، وكلها معدلة بحسب ذكريات ذلك الشخص.

احتمال آخر سيكون بالتخلي عن عملية الاستنساخ بأكملها، وببساطة بصنع إنسالي يشبه الشخص الأصلي. سيكون من البساطة عندئذ إدخال هذا البرنامج في جهاز ميكانيكي شبيه بك، ويتكلم باللهجة نفسها والطريقة نفسها، ويحرك ذراعيه ورجليه كما تفعل. وستكون عملية إضافة تعابيرك المفضلة (مثل «أنت تعلم»...) عملية سهلة أيضا.

بالطبع، من السهل اليوم اكتشاف أن هذا الإنسالي مزيف. لكن في العقود المقبلة ربما أمكن الاقتراب أكثر فأكثر من الأصل، بحيث يصبح الإنسالي جيدا إلى درجة قد تخدع بعض الناس.

لكن هذا يثير سؤالا فلسفيا. هل هذا «الشخص» هو حقا الشخص الأصلي نفسه؟ الأصلي مازال ميتا، لذا فإن المستنسخ أو الإنسالي مازال حرفيا مدعيا. ربما تعيد مسجلة، على سبيل المثال، إنتاج محادثة أجريناها بأمانة تامة، لكن هذه المسجلة بالتأكيد ليست الأصل. هل يمكن للمستنسخ أو الإنسالي اللذين يتصرفان مثل الأصل تماما أن يكونا بديلين شرعيين؟

الخلود

انتقدت هذه الأساليب لأن هذه العملية لا تدخل شخصيتك الحقيقية وذكرياتك بشكل واقعي. طريقة أخرى أكثر أمانة لوضع عقل في آلة هي عبر مشروع خريطة العقل البشري، الذي ناقشناه في الفصل السابق، والذي يريد أن ينسخ عصبونا فعصبونا الممرات العصبية كلها في دماغك. ذكرياتك وخصائص شخصيتك كلها موضوعة مسبقا ضمن هذه الخريطة. يلاحظ الدكتور سيباستيان سيونغ، مدير مشروع خريطة الدماغ البشري، أن بعض الناس يدفعون 100 ألف دولار أو أكثر لحفظ أدمغتهم مجمدة في النتروجين السائل. يمكن تجميد بعض الحيوانات كالسمك والضفادع بالحالة الصلبة ضمن لوح من الجليد في الشتاء، ومع ذلك تبقى سليمة تماما بعد ذوبان الجليد في الربيع. يعود هذا إلى أنها تستخدم مادة الغلوكوز كمانع للتجمد لتغيير درجة تجمد الماء في دمها. لذا يبقى دمها سائلا حتى لو كانت محاطة بالجليد الصلب. لكن هذا التركيز المرتفع للغلوكوز في الجسم البشري ربما يكون قاتلا، لذا فتجميد الدماغ في النتروجين السائل عملية مشكوك بها، لأن بلورات الجليد المتمددة سوف تمزق جدار الخلية من الداخل (وأيضا مع موت خلايا الدماغ، تدخل شاردة الكالسيوم، ما يؤدي إلى توسع خلايا الدماغ إلى أن تتمزق في النهاية). في كلتا الحالتين، من المحتمل جدا أن خلايا الدماغ لن تبقى حية بعد عملية التجميد.

بدلا من تجميد الجسم وتمزيق الخلايا، ربما تكون الطريقة الأكثر وثوقية للحصول على الخلود هي في إكمال خريطة الدماغ البشري. في هذا السيناريو سيحمل طبيبك وصلاتك العصبية كلها على قرص صلب. بشكل أساسي ستكون روحك الآن مسجلة على قرص صلب، مختزلة إلى معلومات. ثم يمكن لشخص ما في المستقبل إعادة إحياء خريطة دماغك ويستخدم، من حيث المبدأ، إما مستنسخا وإما مجموعة من الترانزيستورات لإعادتك إلى الحياة.

مازال مشروع خريطة الدماغ البشري كما ذكرنا بعيدا عن إمكان تسجيل الوصلات العصبية البشرية. لكن كما يقول الدكتور سيونغ «هل علينا أن نسخر من الباحثين الجدد عن الخلود وندعوهم أغبياء؟ أو هل سيضحكون يوما ما فوق قبورنا؟»[11].

المرض العقلي والخلود

ربما كان للخلود مساوئه أيضا. تحتوي الأدمغة الإلكترونية التي صنعت حتى الآن الوصلات بين القشرة والمهاد فقط. الدماغ المهندس عكسيا بافتقاره إلى جسد ربما يبدأ بالمعاناة من العزلة الحسية، وربما يظهر دلائل على مرض عقلي، كما يحدث للسجناء في سجون انفرادية. ربما يكون ثمن خلق دماغ خالد مهندس عكسيا هو الجنون.

الأشخاص الذين يوضعون في غرف العزل ويحرمون من أي اتصال في العالم الخارجي يهلوسون في النهاية. في العام 2008، بثت قناة الـ «بي بي سي» التلفزيونية برنامجا علميا بعنوان «عزلة كاملة» Total Isolation تتبع ستة متطوعين موضوعين داخل ملجأ نووي وحدهم في ظلام تام(12). بعد يومين فقط، بدأ ثلاثة منهم يرون ويسمعون أشياء - حيات وسيارات وحمر الوحش ونعاما. بعد الإفراج عنهم وجد الأطباء أنهم عانوا جميعا تدهورا عقليا. عانت ذاكرة أحدهم انخفاضا قدره 36 في المائة. يمكن للمرء أن يتصور أنه بعد عدة أسابيع أو أشهر من هذا، ربما يجن معظمهم.

للاحتفاظ بالصحة العقلية لدماغ مهندس عكسيا، ربما يكون من الضروري وصله لحساسات تتلقى إشارات من البيئة، بحيث يمكنه الرؤية والشعور بالأحاسيس من العالم الخارجي. لكن عندها تظهر مشكلة أخرى: ربما يشعر بأن هذه التجربة نزوة، أو أنه مثل خنزير تجارب علمية يعيش تحت رحمة تجربة علمية. ولأن هذا الدماغ يمتلك الذاكرة والشخصية نفسها مثل الإنسان الأصلي، فإنه سيحن للتواصل مع البشر. ومع ذلك، فإن وجوده في ذاكرة حاسوب فائق، مع غابة مخيفة من الأقطاب المتدلية للخارج، سيجعله منفرا لأي إنسان. وسيكون التجاوب معه مستحيلا، إذ إن رفاقه سيهربون بعيدا منه.

مبدأ رجل الكهف

عند هذه النقطة يبدأ ما أدعوه بمبدأ رجل الكهف بالعمل. لماذا تفشل تنبؤات معقولة عديدة؟ ولماذا لا يريد شخص ما أن يعيش إلى الأبد داخل حاسوب؟

مبدأ رجل الكهف هو على النحو التالي: بوجود خيار بين تقنية عالية وتعاطف عال فإننا سنفضل في كل مرة التعاطف. على سبيل المثال، لو خيّرنا بين الحصول على تذاكر لمشاهدة موسيقينا المفضل شخصيا، وبين الحصول على قرص مدمج

للموسيقي نفسه في حفل، فما الذي نختاره؟ أو إذا خيرنا بين تذاكر لزيارة تاج محل، أو مجرد رؤية صورة جميلة له، فما الذي نفضل؟ الأكثر احتمالا هو أنك ستفضل حضور الحفلة الحية أو السفر بالطائرة.

يعود هذا إلى أننا ورثنا وعي أسلافنا الأشبه بالقردة. ربما لم يتغير بعض من شخصيتنا الأساسية كثيرا في المائة ألف عام الأخيرة، منذ أن خرج الإنسان الحديث من أفريقيا لأول مرة. يكرس جزء كبير من وعينا للظهور بمظهر جيد، ومحاولة التأثير في الجنس الآخر وفي أقراننا. يتصل هذا اتصالا وثيقا بأدمغتنا.

الأكثر احتمالا أننا بسبب وعينا الأساسي الشبيه بالقردة، فإننا سوف نندمج مع الحاسبات، فقط إذا كان ذلك سيطور جسمنا الحالي بدلا من استبداله بالكامل.

ربما يفسر مبدأ رجل الكهف لماذا لم تتحقق بعض التنبؤات المعقولة حول المستقبل، مثل «مكتب من دون أوراق». كان من المفترض أن تنهي الحاسبات استخدام الورق من المكتب، لكن للمفارقة، فقد خلقت الحاسبات بالفعل كمية أكبر من الورق. يعود هذا ربما إلى أننا نتحدر من صيادين يحتاجون إلى «دليل على صيدهم» (أي أننا نثق بالدليل القاطع، وليس برسوم مؤقتة ترقص على شاشة حاسوب وتختفي عندما نقطع عنه الكهرباء). بالمثل، فإن فكرة «مدينة من دون ناس»، حيث يستخدم الناس الواقع الافتراضي للذهاب إلى لقاءات بدلا من السفر لم تتحقق أبدا. فالسفر بين المدن اليوم أكثر من أي وقت مضى. لماذا ؟ لأننا حيوانات اجتماعية نحب الارتباط مع الآخرين. المؤتمر الفيديوي، على الرغم من فائدته، لا يعطي المجال الكامل للمعلومات المعقدة التي تقدم عبر لغة الجسد. قد يرغب رئيس على سبيل المثال في عرض مشاكل على فريقه، وبالتالي يريد أن يراهم وهم يتحرقون ويتصببون عرقا تحت استجوابه. يمكنك أن تفعل ذلك وجها لوجه فقط.

رجال الكهف وعلم الأعصاب

عندما كنتُ طفلا، قرأت ثلاثية إسحق أسيموف «الأساس» Foundation وتأثرت جدا بها. أولا، أجبرتني على طرح سؤال بسيط: كيف ستبدو التقنية بعد خمسين ألف

عام في المستقبل، عندما تكون لدينا إمبراطورية مجرية؟ كما تساءلت أيضا من خلال الرواية لماذا يبدو البشر ويتصرفون بالطريقة نفسها التي هم عليها الآن؟ فكرت أنه بالتأكيد بعد آلاف السنين لا بد أن يكون للبشر أجساد آلية تمتلك قدرات خارقة. يجب أن يكونوا قد تخلوا عن أشكالهم البشرية الضعيفة منذ آلاف السنين.

أتيت بجوابين على ذلك. أولا، أراد أسيموف أن يتحبب إلى جمهور شاب يريد شراء كتابه، لذا كان عليه أن يخترع شخصيات يمكن لهؤلاء الناس أن يتعاطفوا معها، بما في ذلك أخطاؤها. ثانيا، ربما يمتلك الناس في المستقبل الخيار لامتلاك أجساد فائقة القوة، لكنهم يفضلون أن يبدو عاديين معظم الوقت. وسيكون هذا لأن عقولهم لم تتغير منذ أن خرج الإنسان من الغابة، ولذا مازال قبولهم من الجنس الآخر ومن أقرانهم يحدد كيف يبدون، وماذا يريدون من الحياة.

لذا دعنا الآن نطبق مبدأ رجل الكهف على علم الأعصاب في المستقبل. يعني هذا المبدأ في حده الأدنى أن أي تعديل على الشكل الأساسي للإنسان يجب أن يكون غير مرئي للخارج. لا نريد أن نشبه لاجئا من فيلم خيال علمي بأقطاب تتدلى من رؤوسنا. سيتم تبني مزروعات الدماغ، التي يمكنها أن تحشر ذكريات أو تزيد ذكاءنا، فقط لو استطاعت التقنية النانوية صنع مجسات وحساسات ميكروية غير مرئية للعين المجردة. في المستقبل، ربما يكون من الممكن صنع ألياف نانوية من أنابيب نانوية كربونية بثخن جزيء واحد، ونحيفة جدا بحيث تتلامس مع العصبونات بدقة جراحية، ومع ذلك تترك مظهرنا من دون تغيير، مع تطوير إمكاناتنا العقلية.

في هذه الأثناء، لو احتجنا إلى أن نوصل بحاسوب فائق لتحميل معلومات، لا نريد أن نربط بسلك يوضع في عمودنا الفقري كما في فيلم ماتريكس (الشبكة). يجب أن يكون الاتصال لاسلكيا بحيث نحصل على كميات كبيرة من القدرة الحاسوبية ببساطة عن طريق تحديد مكان أقرب مخدم عقليا.

لدينا اليوم قواقع مزروعة للسمع وشبكيات صنعية يمكنها أن تمنح هبة الصوت والرؤية للمرضى، لكن حواسنا ستتطور في المستقبل باستخدام التقنية النانوية، بينما نحافظ على شكلنا البشري الأساسي. على سبيل المثال، ربما يكون لدينا الخيار لتطوير عضلاتنا عبر التعديل الجيني أو بالهياكل الخارجية. يمكن أن يكون هناك حانوت للجسم البشري، حيث يمكننا أن نطلب منه قطع غيار جديدة مع اهتراء القديمة، لكن

هذه التطويرات الفيزيائية وغيرها للجسم يجب أن تتجنب التخلي عن الشكل البشري.

طريقة أخرى لاستخدام هذه التقنية طبقا لمبدأ رجل الكهف هي أن نستخدمها كخيار بدلا من أن تكون طريقة دائمة للحياة. ربما يريد المرء خيار الاتصال بتلك التقنية ثم الخروج منها مباشرة بعد ذلك. ربما يود العلماء أن يزيدوا ذكاءهم لحل مسألة معقدة بشكل خاص. لكن بعد ذلك يستطيعون نزع خوذهم والعودة إلى حياتهم الطبيعية. بهذه الطريقة، لن يرانا أصدقاؤنا ونحن نشبه أناسا من الفضاء. النقطة هنا هي أن أحدا لا يجبرك على فعل أي من هذا. نريد أن يكون لنا الخيار في التمتع بمزايا هذه التقنية من دون أن نبدو سخفاء.

لذا من المحتمل في القرون المقبلة أن تبدو أجسامنا شبيهة جدا بتلك التي نمتلكها اليوم، عدا أنها ستكون تامة وستمتلك قدرات متطورة. لقد ورثنا من أسلافنا الشبيهين بالقردة وعينا الذي تسيطر عليه الرغبات والآمال القديمة.

لكن ماذا عن الخلود؟ كما رأينا، سيصاب الدماغ المهندس عكسيا، مع الخصائص الشخصية كلها للشخص الأصلي، بالجنون لو وضع داخل حاسوب. الأكثر من ذلك، فإن وصل هذا الدماغ بحساسات خارجية بحيث يشعر بالأحاسيس من بيئته سيجعل منه مسخا بشعا. يمكن حل هذه المشكلة جزئيا بتوصيل الدماغ المهندس عكسيا بهيكل خارجي. لو عمل هذا الهيكل كبديل، فسيستطيع الدماغ المهندس عكسيا عند ذلك أن يستمتع بأحاسيس كاللمس والنظر من دون أن يبدو مستهجنا. في النهاية، سيصبح الهيكل الخارجي لاسلكيا، بحيث يتصرف كإنسان، لكن سيتم التحكم فيه من قبل دماغ مهندس عكسيا «يسكن» ضمن حاسوب.

سيكون لهذا البديل أفضل العالمين. فكونه هيكلا خارجيا يجعله مثاليا. سوف يمتلك قوى فائقة. وبما أنه متصل لاسلكيا بدماغ مهندس عكسيا داخل حاسوب ضخم، فسيكون أيضا خالدا. وأخيرا، بما أنه يحس بالبيئة، ويبدو بشكل جذاب كإنسان حقيقي، فلن تكون لديه مشاكل في التفاعل مع البشر، حيث اختار كثيرون منهم مسبقا هذا الإجراء. لذا سيوجد مخطط الدماغ البشري الحقيقي ضمن حاسوب فائق ثابت، على الرغم من أن وعيه سيظهر نفسه ضمن جسم بديل متحرك ومثالي.

يتطلب هذا كله مستوى من التقنية أبعد بكثير عن أي شيء يمكن الحصول عليه اليوم. لكن بحسب الوتيرة السريعة للتقدم العلمي، يمكن أن يصبح هذا واقعا مع نهاية هذا القرن.

الانتقال التدريجي

تشمل عملية الهندسة العكسية الآن نقل المعلومات ضمن الدماغ عصبونا فعصبونا. يجب تقطيع الدماغ إلى شرائح نحيفة، لأن مسوحات الرنين المغناطيسي MRI ليست دقيقة بما يكفي حتى الآن لتحدد الهيكلية العصبية الصحيحة للدماغ الحي. لذا، إلى أن يتم تحقيق ذلك، فإن المثلب الواضح لهذه الطريقة هو أن عليك أن تموت قبل أن يمكن هندستك عكسيا. وبما أن الدماغ يتحلل بسرعة بعد الموت، فيجب أن يتم الحفاظ عليه فورا، وهي عملية صعبة التحقيق.

لكن ربما كانت هناك طريقة للحصول على الخلود من دون أن تموت أولا. استكشفت هذه الفكرة أولا من قبل الدكتور هانس موارفيك، المدير السابق لمختبر الذكاء الصنعي في جامعة كارنيغي ميلون. عندما قابلته أخبرني بأنه يتصور زمنا في المستقبل البعيد نستطيع فيه هندسة الدماغ عكسيا لغرض محدد[13]: لنقل الدماغ إلى جسم إنسالي خالد، حتى عندما يبقى الشخص واعيا. إذا استطعنا عكس هندسة كل عصبون في الدماغ، لماذا لا نخلق نسخة منه مصنوعة من الترانزيستورات، بحيث نقلد تماما عمليات التفكير للعقل؟ بهذه الطريقة لا ينبغي عليك أن تموت من أجل أن تعيش إلى الأبد. يمكنك أن تبقى واعيا خلال العملية بأكملها.

أخبرني أن هذه العملية يجب أن تتم على مراحل. أولا تستلقي على حمالة، قرب إنسالي من دون دماغ. ثم يعمد جراح إنسالي إلى استخلاص بعض الخلايا العصبية من دماغك، ثم يقلد هذه العصبونات ببعض الترانزيستورات الموجودة في الإنسالي. تصل أسلاك دماغك مع الترانزيستورات في دماغ الإنسالي الفارغ. ثم ترمى العصبونات بعيدا، وتستبدل بدارة من الترانزيستورات. بما أن دماغك يبقى مرتبطا بالترانزيستورات هذه عبر أسلاك، فإنه يعمل بشكل عادي وتكون واعيا تماما خلال هذه العملية. ثم يزيح الجراح الفائق عصبونات أكثر فأكثر من دماغك، مقلدا كل مرة هذه العصبونات بترانزيستورات في الإنسالي. وفي منتصف العملية، يكون نصف دماغك خاليا، بينما يكون النصف الآخر مرتبطا بأسلاك لمجموعة كبيرة من الترانزيستورات داخل رأس الإنسالي. أخيرا، تزاح العصبونات من دماغك كلها تاركة دماغا إنساليا هو نسخة مطابقة لدماغك الأصلي عصبونا فعصبونا.

في نهاية هذه العملية تنهض من الحمالة لتجد أن جسمك تام. أنت وسيم وجميل أكثر من أحلامك، بطاقات وإمكانات فوق قدرة البشر. وكجائزة إضافية، فأنت خالد أيضا. تنظر خلفك إلى جسمك الأصلي الفاني، والذي هو مجرد مصادفة هرمة بلا عقل.

هذه التقنية بالطبع متقدمة جدا على عصرنا. لا يمكننا عكس هندسة الدماغ البشري، فضلا عن صنع نسخة كربونية عنه من الترانزيستورات (أحد الانتقادات الرئيسة لهذه المقاربة هي أن الدماغ المؤلف من الترانزيستورات قد لا يدخل ضمن الجمجمة. في الحقيقة، بحسب حجم العناصر الإلكترونية، فإن دماغا من الترانزيستورات قد يكون بحجم حاسوب فائق كبير. بهذا المعنى يبدأ هذا الاقتراح بالتشابه مع الاقتراح السابق، حيث وضع الدماغ المهندس عكسيا في حاسوب فائق ضخم يتحكم بدوره في البديل. لكن الميزة الكبرى لهذه الطريقة هي أنه يجب عليك ألا تموت، ستكون واعيا تماما خلال العملية).

يصاب المرء بالدوار وهو يتأمل هذه الإمكانات. تبدو جميعها متسقة مع قوانين الفيزياء، لكن الحواجز التقنية لتحقيقها كبيرة جدا. هذه المقترحات كلها لتحميل الوعي في حاسوب تتطلب تقنية لاتزال في المستقبل البعيد.

لكن هناك اقتراحا وحيدا أخيرا للحصول على الخلود لا يتطلب هندسة عكسية للدماغ على الإطلاق. إنه يتطلب ببساطة «نانوبوت» (جهازا مجهريا) يمكنه التحكم في الذرات المفردة. إذن لماذا لا تعيش إلى الأبد داخل جسمك الطبيعي، لكن بـ «تعديل» Tune-up من فترة إلى أخرى يجعله خالدا؟

ما التقدم في السن؟

تشمل هذه المقاربة الجديدة آخر البحوث في عملية الشيخوخة. تقليديا، لم يتفق علماء الأحياء حول سبب عملية التقدم في السن. لكن خلال العقد الأخير، حازت نظرية جديدة قبولا تدريجيا، ووحدت مناحي عديدة من البحث في الشيخوخة. بشكل أساس، فإن الشيخوخة عملية تراكم للأخطاء، على مستوى الجينات والخلايا. فبينما تتقدم الخلايا في السن تبدأ الأخطاء في التراكم في الدنا التابعة لها، ويبدأ الحطام الخلوي بالتراكم أيضا، مما يجعل الخلايا بطيئة. وبينما تبدأ الخلايا في الخلل

ببطء، يبدأ الجلد في الترهل والعظام في الهشاشة، والشعر في التساقط، والجهاز المناعي في التدهور. في النهاية نموت.

لكن الخلايا تمتلك أيضا آلية لتصحيح الأخطاء. غير أنه مع مرور الزمن تبدأ حتى هذه الآليات المصححة للخطأ بالفشل، وتتسارع عملية الشيخوخة. الهدف إذن هو تقوية آليات إصلاح الخلايا الطبيعية، والذي يمكن تحقيقه عن طريق المعالجة الجينية، وخلق إنزيمات جديدة. لكن هناك أيضا طريقة أخرى: استخدام مجمعات «النانوبوت».

أحد مفاصل هذه التقنية المستقبلية هو شيء يدعى الـ «نانوبوت»، أو آلة ذرية تتجول في تيار الدم، وتلتقط الخلايا السرطانية، وتصلح أعطال الشيخوخة، وتحتفظ بنا شبابا أصحاء إلى الأبد. خلقت الطبيعة مسبقا بعض هذه النانوبوتات على شكل خلايا المناعة التي تتجول في الدم. لكن خلايا المناعة هذه تهاجم الفيروسات والأجسام الدخيلة، ولا تتدخل في عملية الهرم.

يمكن الحصول على الخلود إذا استطاعت هذه النانوبوتات عكس آثار عملية الهرم على المستوى الجزيئي والخليوي. في هذا التصور، يشبه النانوبوت خلايا المناعة، حيث يعمل كقوات شرطة صغيرة تتجول في تيار دمك. تهاجم أي خلايا سرطانية، وتحيد الفيروسات، وتنظف الحطام والتشوهات. ثم سيكون احتمال الخلود ضمن المتناول باستخدام أجسادنا، وليس باستخدام إنسالي أو مستنسخ.

النانوبوت - حقيقة أم خيال؟

فلسفتي الشخصية هي أنه لو اتسق شيء ما مع قوانين الفيزياء، فسيصبح تحقيقه مسألة هندسية واقتصادية. قد تكون العوائق الهندسية والاقتصادية هائلة بالطبع، مما يجعله غير عملي في الحاضر، لكنه لايزال على الرغم من ذلك ممكنا.

ظاهريا فإن النانوبوت بسيط: آلة ذرية لها أذرع وملاقط تلتقط الجزيئات وتقطعها عند نقاط معينة، ثم تعيد تجميعها. بقص الذرات المختلفة ولصقها، يمكن للنانوبوت أن يصنع أي جزيء معروف، مثل ساحر يسحب شيئا من القبعة. يمكنه أيضا أن يتكاثر، لذا من الضروري صنع نانوبوت واحد فقط. هذا النانوبوت سيأخذ المادة الأولية، ويلتهمها، ويخلق ملايين النانوبوتات الأخرى. يمكن أن يطلق هذا

ثورة صناعية ثانية، مع ارتفاع كلفة مواد البناء. يوما ما قد يكون لكل منزل مجمعه الجزيئي الخاص، بحيث تحصل على أي شيء تريده بمجرد الطلب.

لكن السؤال الرئيس هو: هل يتسق النانوبوت مع قوانين الفيزياء؟ في العام 2001 وصل رائدان عمليا إلى حد العراك بالضرب حول هذا السؤال الحرج. على المحك لم يكن هناك أقل من رؤية لمستقبل التقنية بأكملها. على أحد الطرفين كان الراحل ريتشارد سمولي، حامل جائزة نوبل في الكيمياء المشكك في النانوبوت. على الطرف الآخر كان هناك إيريك دريكسلر، أحد الآباء المؤسسين للتقنية النانوية[14]. دارت معركتهما على صفحات عدة مجلات علمية من العام 2001 حتى العام 2003.

قال سمولي إنه على المستوى الذري، تظهر قوى كمومية جديدة تجعل النانوبوتات مستحيلة. الخطأ الذي فعله دريكسلر وآخرون، كما ادعى، هو أن النانوبوت بملاقطه وأذرعه لا يمكنه العمل على المستوى الذري. هناك قوى جديدة (مثل قوة كاسيمير Casimir) التي تسبب نفور الذرات أو تجاذبها بعضها مع بعض. دعا هذه مشكلة «الأصابع الثخينة اللاصقة»، لأن أصابع النانوبوت ليست لاقطات وكماشات ناعمة ودقيقة. القوى الكمومية تقف في طريقها، لذا فالعملية مثل محاولة لحام معادن بعضها مع بعض وأنت ترتدي قفازات بثخن عدة بوصات. أكثر من ذلك، في كل مرة تحاول لحام قطعتين من المعدن كل منهما مع الأخرى، فإن هذه القطع إما أن تتنافر، وإما أن تلتصق بك، بحيث لا يمكنك أبدا التقاط واحدة منها بشكل صحيح.

لكن دريكسلر رد على ذلك قائلا بأن النانوبوتات ليست من الخيال العلمي - فهي توجد بالفعل. فكر في الريبوسومات في جسمنا. إنها ضرورية في خلق جزيئات الدنا وصهرها. يمكنها قص جزيئات الدنا ولصقها عند نقاط معينة، مما يجعل من الممكن خلق شرائط دنا جديدة.

لكن سمولي لم يكن مقتنعا، ذاكرا أن الريبوسومات ليست آلات لجميع الأغراض يمكنها قص أي شيء ولصقه، إنها تعمل خصيصا على جزيئات الدنا. والأكثر من ذلك، فالريبوسومات مواد عضوية تحتاج إلى إنزيمات لتسريع التفاعل، والذي يحدث في بيئة مائية فقط. الترانزيستورات مصنوعة من السيليكون وليس من الماء، لذا فهذه الإنزيمات لن تعمل مطلقا كما استنتج. لكن دريكسلر من جهته ذكر أن الوسائط يمكنها أن تعمل حتى من دون ماء. دار هذا السجال الساخن جيئة وذهابا خلال

عدة جولات. في النهاية مثل محاربين متكافئين، استنفد الفريقان قواهما. اعترف دريكسلر بأن المقارنة مع عمال بمقصات وشمعات لحام كان مبسطا جدا، وأن القوى الكمومية قد تعترض الطريق أحيانا. لكن سمولي أقر بأنه غير قادر على تسجيل ضربة قاضية. للطبيعة على الأقل طريقة واحدة لتجنب مشكلة «الأصابع الغليظة اللاصقة»، بواسطة الريبوسومات، وربما هناك طرق أخرى خفية ومعقدة أيضا.

بغض النظر عن تفاصيل هذا النقاش، إلا أن كورزويل مقتنع بأن هذه النانوبوتات، سواء أكانت تمتلك أصابع غليظة ولاصقة أم لا، سوف تشكل يوما ما ليس الجزيئات فقط، لكن المجتمع نفسه. لخص رؤيته عندما قال: «لا أخطط للموت... أراه في النهاية استيقاظا للكون بكامله. أعتقد أن الكون كله الآن مصنوع من مادة صماء وطاقة، وأعتقد أنه سيستيقظ يوما ما. لكن إذا كان سيتحول إلى هذه المادة الذكية الراقية وإلى طاقة فإنني آمل أن أكون جزءا من ذلك»[15].

على الرغم من غرابة هذه التخمينات فإنها مقدمة فقط للقفزة التالية في التخمين. ربما لن يكون العقل يوما ما حرا من الجسم المادي فقط، ولكنه سيكون أيضا قادرا على استكشاف الكون كمخلوق من طاقة بحتة. الفكرة بأن الوعي سيكون يوما ما حرا يتجول بين النجوم هي الحلم النهائي. ومع غرابة هذا الحلم، فإنه ينسجم مع قوانين الفيزياء.

13

العقل كطاقة بحتة

نظر الفيزيائيون بجدية إلى فكرة أن الوعي قد ينتشر يوما ما خلال الكون. كتب السير مارتين ريس، الفلكي الملكي في بريطانيا: «الثقوب السوداء والأبعاد الإضافية والحاسبات الكمومية تفتح سيناريوهات متخيلة يمكنها تحويل كوننا بأكمله إلى كون حي»[1].

لكن هل سيتحرر العقل يوما ما من الجسد المادي ليستكشف الكون بأكمله؟ كان هذا هو موضوع قصة الخيال العلمي الكلاسيكية لإسحق أسيموف «السؤال الأخير» The last Question (كان يتذكر بشغف أنها قصة الخيال العلمي القصيرة المفضلة لديه من بين القصص التي كتبها جميعها). في هذه القصة، سيكون البشر بعد مليارات السنين في المستقبل قد احتفظوا بأجسادهم المادية في أغلفة على كوكب مجهول، محررين عقولهم للتحكم في الطاقة البحتة المنتشرة خلال المجرة. بدلا من بدائل مصنوعة من الفولاذ والسيليكون، فإن هذه البدائل

«في المستقبل إذن، عندما ترسل أشعة ليزرية تحتوي على مخططات أدمغتنا إلى النجوم، ربما تُحوَّل إلى سحابة من الجزيئات الغازية، ثم تُعبأ ضمن قارورة».

كائنات من طاقة بحتة يمكنها من دون جهد أن تجوب أبعاد الفضاء النائية عبر نجوم متفجرة ومجرات متصادمة وعجائب أخرى في الكون. لكن مهما تطورت قدرة البشر فإنها تبقى عاجزة لأنها تشهد الموت النهائي للكون نفسه في التجمد الكبير. في محاولة يائسة، تبني البشرية حاسوبا فائقا للجواب عن السؤال الأخير: هل يمكن عكس موت الكون؟ الحاسوب ضخم ومعقد جدا بحيث تحتم وضعه في الفضاء الفائق. لكن الحاسوب يرد ببساطة أنه لا توجد معلومات كافية لإعطاء جواب.

مع تحول النجوم إلى العتمة بعد عدة أيونات من السنين، تصبح أشكال الحياة كلها في الكون على وشك الموت. لكن الحاسوب الفائق يكتشف أخيرا طريقة لعكس موت الكون، يجمع نجوما ميتة من أنحاء الكون، ويدمجها في كرة كونية هائلة ويفجرها. مع انفجار الكرة يعلن الحاسوب الفائق «ليكن هناك نور»!

وكان هناك نور.

وهكذا، فالبشرية بعد أن تحررت من الجسد المادي أصبحت قادرة على أداء دور الإله وخلق كون جديد.

في البداية، تبدو قصة إسحق أسيموف عن كائنات مؤلفة من طاقة بحتة تجوب أنحاء الكون مستحيلة. لقد اعتدنا التفكير في مخلوقات مصنوعة من لحم ودم، وتخضع لقوانين الفيزياء وعلم الأحياء، وتعيش وتتنفس على سطح الأرض، ومقيدة بجاذبية كوكبنا. لذا تبدو فكرة كائنات واعية من الطاقة، تسافر عبر المجرة، ولا تعوقها حدود الأجساد المادية، فكرة غريبة.

مع ذلك فهذا الحلم في استكشاف الكون على شكل مخلوقات من الطاقة البحتة يقع ضمن قوانين الفيزياء. فكّر في الشكل الأكثر شيوعا من الطاقة البحتة، وهو شعاع الليزر القادر على احتواء كميات هائلة من المعلومات. اليوم ترسل تريليونات الإشارات على شكل هواتف خليوية وحزم بيانات وفيديوهات ورسائل إلكترونية روتينيا بواسطة ألياف ضوئية تنقل أشعة ليزرية. ربما في وقت ما من القرن القادم سنستطيع أن ننقل وعي أدمغتنا خلال النظام الشمسي بوضع خريطة دماغ بشري بأكملها على أشعة ليزرية قوية. بعد قرن من ذلك قد نستطيع إرسال مخطط دماغ بشري إلى النجوم فوق شعاع ضوئي.

(هذا ممكن لأن طول موجة شعاع الليزر ميكروي، أي أنه يقاس بواحد على

مليون من المتر. هذا يعني أنك تستطيع ضغط كميات هائلة من المعلومات على نموذجه الموجي. فكّر في شفرة مورس. يمكن وضع نقاط وشرطات شفرة مورس بسهولة على النموذج الموجي لشعاع ليزري. ويمكن حتى نقل كمية أكبر من المعلومات على أشعة إكس، التي لها طول موجة أصغر حتى من ذرة).

إحدى الطرق لاستكشاف المجرة، غير المحصورة بالقيود الكثيفة للمادة العادية، هي في وضع خريطة دماغ بشري على أشعة ليزرية موجهة نحو القمر والكواكب وحتى النجوم. بوجود برنامج سريع لاستكشاف ممرات الدماغ، ستكون خريطة الدماغ البشري جاهزة في أواخر هذا القرن، وربما يصبح شكل من خريطة الدماغ التي يمكن وضعها على شعاع ليزري متوافرا في القرن القادم.

سيحتوي الشعاع الليزري على المعلومات كلها اللازمة لإعادة تجميع كائن واعٍ. وعلى الرغم من أن الشعاع الليزري قد يستغرق أعواما أو حتى قرونا ليصل إلى هدفه، فإن الرحلة ستكون فورية من وجهة نظر الراكب على هذا الشعاع. فوعينا متجمد أساسا على الشعاع الليزري، وهو يندفع خلال الفضاء الفارغ، لذا ستبدو الرحلة إلى الجانب الآخر من المجرة كأنها مضت خلال طرفة عين.

بهذه الطريقة نتجنب الخصائص غير السارة كلها للسفر عبر الكواكب والنجوم. أولا، ليست هناك حاجة إلى بناء صواريخ دفع ضخمة. بدلا من ذلك، تضغط ببساطة على زر «التشغيل» لشعاع الليزر. ثانيا، ليست هناك قوى جاذبية ضخمة تحطم جسمك وأنت تتسارع في الفضاء. بدلا من ذلك، سترتفع سرعتك فورا إلى سرعة الضوء، بما أنك مخلد. ثالثا، ليس من الضروري أن تعاني مخاطر الفضاء الخارجي، مثل الاصطدام بالنيازك والأشعة الكونية المميتة، لأن الكويكبات والأشعة تمر من خلالك من دون أذى. ورابعا، لا يلزمك أن تجمّد جسمك، أو تتحمل سنوات من الملل بينما تقبع بصعوبة داخل صاروخ تقليدي. بدلا من ذلك، ستنتقل في الفضاء بأقصى سرعة في الكون، متجمدا بالنسبة إلى الزمن.

ما إن نصل إلى الهدف، حتى تكون هناك محطة استقبال تنقل البيانات من الشعاع الليزري إلى حاسوب رئيس يرد بعد ذلك الكائن الواعي إلى الحياة. تتحكم الشفرة المطبوعة على الشعاع الليزري الآن في الحاسوب، وتعيد توجيه برمجته. توجه خريطة الدماغ الحاسوب الرئيس ليبدأ بتمثيل المستقبل للوصول إلى أهدافه (أي ليصبح واعيا).

هذا الوعي الذي أصبح الآن داخل الحاسوب الرئيس يرسل الإشارات لاسلكيا إلى جسم إنسالي بديل، ينتظر عند محطة الوصول. بهذه الطريقة «نستيقظ» فجأة على كوكب أو نجم بعيد، كأن الرحلة حدثت في طرفة عين، داخل الجسد الإنسالي لبديلنا. تتم الحسابات المعقدة كلها ضمن حاسوب رئيس ضخم، يوجه حركات البديل، لينفذ المهمات على نجم بعيد. غافلين عن مخاطر السفر عبر الفضاء، كأن شيئا لم يحدث.

تخيل الآن شبكة واسعة من هذه المحطات في النظام الشمسي، وحتى في المجرة. من وجهة نظرنا، سيكون الانتقال من نجم إلى آخر بلا جهد تقريبا، وسيتم السفر بسرعة الضوء في رحلات فورية. في كل محطة هناك بديل إنسالي ينتظرنا لندخل جسده، تماما مثل دخول غرفة فندق فارغة تنتظرنا لنقيم فيها. نصل إلى هدفنا بحالة جيدة، مزودين بجسد خارق.

سيعتمد نوع الجسد الإنسالي البديل الذي ينتظرنا في نهاية رحلتنا على مهمتنا. لو كانت المهمة استكشاف عالم جديد، يجب أن يعمل الجسم البديل ضمن ظروف قاسية. عليه أن يتكيّف مع حقول مختلفة من الجاذبية، وأغلفة جوية سامة، وبرد مجمد أو حرارة قاتلة ودورات مختلفة لليل والنهار، ووابل مستمر من الإشعاع المميت. للبقاء حيا تحت هذه الظروف القاسية، يجب أن يكون الجسم البديل مزودا بقوة فائقة وبحواس خارقة.

لو كان الجسد البديل لمجرد الاسترخاء، فسيكون مصمما لأنشطة التمتع. سيعظّم هذا الجسم متعة التحليق في الفضاء على الزلاجات، والطائرات الورقية، والطائرات الشراعية، أو إرسال كرة خلال الفضاء بضربة مضرب أو عصا.

أو إذا كانت المهمة الاختلاط بالسكان المحليين ودراستهم، فسيكون البديل مشابها للخصائص الجسدية للسكان الأصليين (كما في فيلم «أفاتار» Avatar).

لا بد أن نعترف أنه كي نخلق هذه الشبكة من المحطات الليزرية في المقام الأول، ربما يكون من الضروري أن نسافر أولا إلى الكواكب والنجوم بالطريقة التقليدية، على سفن صاروخية تقليدية. ثم يمكن للمرء أن يبني أول مجموعة من المحطات الليزرية. (ربما كانت أسرع طريقة وأرخصها وأكثرها كفاءة لصنع هذه الشبكة بين النجوم هي إرسال مجسات روبوتية ذاتية التكاثر خلال المجرة. ولأنها تستطيع استنساخ نفسها بدءا من مجس واحد فقط، سيكون هناك بعد عدة أجيال مليارات

المجسات المماثلة تتدفق في الاتجاهات كلها، تخلق كل منها محطة ليزرية في مكان هبوطها. سنناقش هذا أكثر في الفصل المقبل).

لكن لا يكاد يتم تأسيس الشبكة، حتى يمكن للمرء أن يتصور تدفقا مستمرا لكائنات واعية تجوب المجرة، بحيث تغادر وتصل في أي لحظة أفواج من الناس من أنحاء بعيدة من المجرة. أي محطة ليزرية في هذه الشبكة قد تبدو مثل محطة قطار مركزية كبيرة.

على رغم أن هذا يبدو مستقبليا جدا، فإن الفيزياء الأساس لهذه الفكرة مؤسسة بشكل جيد مسبقا. يشمل هذا وضع كميات هائلة من البيانات على أشعة ليزرية، وإرسال هذه المعلومات عبر آلاف الأميال، ثم فك شفرة المعلومات على الطرف الآخر. لذلك فالمشاكل الرئيسة التي تواجه هذه الفكرة ليست في الفيزياء، لكن في الهندسة. ولهذا السبب، قد يستغرق الأمر حتى القرن القادم لإرسال مخطط دماغ بكامله على أشعة ليزرية قوية بما يكفي للوصول إلى الكواكب. ربما يستغرق الأمر منا قرنا آخر لإرسال عقولنا شعاعيا إلى النجوم.

لمعرفة ما إذا كان هذا ممكنا، من المفيد أن نجري عدة حسابات تقريبية. المشكلة الأولى هي أن الفوتونات داخل شعاع ليزري، وهي بثخن قلم رصاص، على رغم أنها تبدو بتشكيلات متوازية تماما، فإنها في الحقيقة تتباعد قليلا في المكان. (عندما كنت طفلا اعتدت إطلاق شعاع إلى القمر، وكنت أتساءل فيما إذا كان الشعاع سيصل إليه. الجواب هو نعم. يمتص الغلاف الجوي 90 في المائة من الشعاع الأصلي تاركا بعضه يصل إلى القمر. لكن المشكلة الحقيقية هي أن صورة الضوء التي تسقط في النهاية على القمر تكون بقطر عدة أميال. يعود هذا إلى مبدأ عدم التأكد؛ فحتى أشعة الليزر سوف تتباعد ببطء. بما أنه لا يمكنك أن تعرف بالتحديد موقع الشعاع الليزري، فيجب وفق قوانين الفيزياء الكمومية، أن ينتشر ببطء على مدى فترة زمنية).

لكن إرسال مخطط دماغ شعاعيا إلى القمر لا يفيدنا كثيرا، بما أنه من السهل البقاء ببساطة على الأرض والتحكم في البديل القمري مباشرة بواسطة الراديو. فالتأخير عبارة عن ثانية فقط عند إصدار أوامر للبديل. وتأتي الميزة الحقيقية عندما يتم التحكم في البدائل على سطح الكواكب، لأن الرسالة الراديوية قد تستغرق

ساعات للوصول إلى البديل هناك. ستكون عملية إصدار سلسلة من الأوامر الراديوية إلى بديل ينتظر استجابة، وإصدار أمر آخر، عملية بطيئة جدا تستغرق أياما بأكملها.

لو أردت أن ترسل شعاعا ليزريا إلى الكواكب، عليك أن تؤسس أولا لبطارية من الليزرات على سطح القمر، فوق الغلاف الجوي بكثير، بحيث لا يوجد هواء لامتصاص الإشارة. بإطلاقه من القمر، يمكن لشعاع ليزري أن يصل إلى الكواكب خلال دقائق إلى عدة ساعات. بمجرد أن يرسل الشعاع الليزري خريطة الدماغ إلى الكواكب حتى يصبح من الممكن التحكم مباشرة في البديل من دون أي عوامل تأخير على الإطلاق.

لذا يمكن تأسيس شبكة من محطات الأشعة الليزرية هذه خلال النظام الشمسي بحلول القرن التالي. لكن المشاكل تتضخم عندما نحاول إرسال شعاع إلى النجوم. هذا يعني أن علينا أن نمتلك محطات إرسال موضوعة على نيازك، ومحطات فضائية على طول الطريق، من أجل تضخيم الإشارة وتقليل الأخطاء وإرسال الرسالة إلى محطة الإرسال التالية. يمكن إجراء هذا باستخدام الشهب التي تقع بين شمسنا والنجوم المجاورة. على سبيل المثال، تمتد على بعد نحو سنة ضوئية من الشمس (أو ربع المسافة إلى أقرب نجم) سحابة من الشهب تدعى «أورت» Oort. إنها عبارة عن غلاف كروي من مليارات الشهب، حيث يوجد كثير منها من دون حركة في الفضاء الفارغ. هناك ربما سحابة «أورت» مماثلة من الشهب تحيط بنظام النجم «سينتوري» (قنطور) Centauri، وهو أقرب النجوم إلينا. وبافتراض أن سحابة أورت هذه يمكن أن تمتد سنة ضوئية أيضا من تلك النجوم، لذا فإن نصف المسافة تماما من نظامنا الشمسي إلى التالي يحتوي على شهب ثابتة يمكننا أن نبني عليها محطات الإرسال الليزرية.

المشكلة الأخرى هي حجم المعلومات التي يجب إرسالها بالشعاع الليزري. المعلومات الكلية الموجودة في خريطة دماغ شخص واحد تبلغ وفق الدكتور سيباستيان سيونغ 1 زيتا بايت تقريبا (أي واحدا مع واحد وعشرين صفرا بعده). هذا يعادل تقريبا المعلومات الكلية الموجودة على شبكة الإنترنت العالمية الآن. تصور إطلاق بطارية من الأشعة الليزرية إلى الفضاء وهي تحمل هذا الجبل الكبير من المعلومات. يمكن للألياف الضوئية أن تحمل تيرا بايت من البيانات في الثانية (واحد مع اثني عشر صفرا بعده). خلال القرن التالي قد تزيد التطورات في تخزين

المعلومات وضغط البيانات وحزم الأشعة الليزرية هذه الكفاءة بعامل مليون. هذا يعني أن الأمر سيستغرق عدة ساعات أو ما يقرب من ذلك لإرسال الشعاع إلى الفضاء حاملا المعلومات كلها الموجودة ضمن الدماغ.

لذا فالمشكلة ليست في حجم المعلومات المرسلة بأشعة ليزرية. من حيث المبدأ، يمكن للأشعة الليزرية أن تحمل كمية غير محدودة من البيانات. الاختناقات الحقيقية هي المحطات المستقبلة على الطرف الآخر، التي يجب أن تحتوي على مفاتيح تتحكم بسرعة في هذه الكمية من البيانات بسرعة هائلة. ربما لا تكون أنصاف النواقل السيليكونية سريعة بما يكفي لمعالجة هذا الحجم من البيانات. بدلا من ذلك، قد يكون علينا أن نستخدم الحاسبات الكمومية، والتي تحسب ليس على ترانزيستورات نواقل سيليكونية، لكن على ذرات مفردة. في الوقت الحالي فإن الحاسبات الكمومية لاتزال بدائية، لكن بحلول القرن التالي قد تكون قوية بما يكفي لمعالجة زيتابايتات من المعلومات.

كائنات عائمة من الطاقة

هناك ميزة أخرى لاستخدام الحاسبات الكمومية لمعالجة هذا الجبل من البيانات، وهي فرصة خلق كائنات من الطاقة يمكنها التحليق والعوم في الهواء، والتي تظهر كثيرا في قصص التشويق والخيال العلمي. ستمثل هذه الكائنات الوعي بشكله الأنقى. في البداية، مع ذلك، قد يبدو أنها تخترق قوانين الفيزياء، بما أن الضوء يسافر دوما بسرعة الضوء.

لكن في العقد الأخير، احتل فيزيائيون من جامعة هارفارد العناوين العريضة للصحف عندما أعلنوا أنهم يستطيعون إيقاف شعاع من الضوء تماما في مساره. بدا أن هؤلاء الفيزيائيين حققوا المستحيل، حيث بطأوا شعاعا ضوئيا إلى سرعة خفيفة أمكن بعدها وضعه في قارورة. لا يبدو التقاط شعاع من الضوء في قارورة بهذه الصعوبة لو نظرت بعناية إلى كأس من الماء. مع دخول شعاع ضوئي إلى الماء، يتباطأ الشعاع، وينحني وهو يدخل الماء بزاوية. بالمثل، ينحني الضوء مع دخوله الزجاج، مما يجعل المقراب والمجهر ممكنين. يأتي سبب هذا كله من نظرية الكم.

فكر في بريد بوني السريع Pony Express القديم، الذي كان ينقل البريد في

القرن التاسع عشر في الغرب الأمريكي. يمكن لكل حصان أن يركض بين محطتي إرسال بسرعة عالية. لكن الاختناق كان عامل التأخير عند كل محطة، حيث يجب استبدال البريد والراكب والحصان. خفّض هذا من السرعة المتوسطة للبريد كثيرا. بالطريقة نفسها يسافر الضوء أيضا في الفراغ بين الذرات بسرعة الضوء، بنحو 186282 ميلا في الثانية. لكنه عندما يرتطم بذرات، يتباطأ ويمتص لفترة قصيرة، ثم يعاد إصداره من قبل الذرات ليمضي في طريقه بعد جزء من الثانية. هذا التأخير الطفيف مسؤول، في المتوسط، عن تباطؤ أشعة الضوء ظاهريا في كأس من الماء.

استغل علماء هارفارد هذه الظاهرة، آخذين حاوية من الغاز، ومبردين إياها بعناية إلى قرب الصفر المطلق. عند درجات حرارة التجمد هذه تمتص ذرات الغاز شعاعا من الضوء فترات أطول وأطول من الزمن قبل أن تعيد إصدارها. لذا فبزيادة عامل التأخير هذا، يمكنهم إبطاء سرعة شعاع الضوء حتى يتوقف. مازال الشعاع الضوئي ينتقل بسرعة الضوء بين ذرات الغاز، لكنه يمضي مقدارا متزايدا من الوقت ممتصا منها.

يثير هذا احتمال أن يفضّل الكائن الواعي البقاء على شكل طاقة بحتة، والتجوال في الفضاء كشبح تقريبا على شكل طاقة بحتة بدلا من التحكم في بديل.

إذن في المستقبل، عندما ترسل أشعة ليزرية تحتوي على مخططات أدمغتنا إلى النجوم، ربما تحوَّل إلى سحابة من الجزيئات الغازية ثم تعبأ ضمن قارورة. تشبه «قارورة الضوء» هذه كثيرا الحاسب الكمومي. فكل منهما يحتوي على مجموعة من الذرات التي تهتز بتناغم، حيث تكون الذرات متزامنة في الطور بعضها مع بعض. وكل منهما يمكنه القيام بحسابات معقدة أبعد من قدرة أي حاسوب عادي. لذا فإن حل مشاكل الحاسبات الكمومية ربما يعطينا أيضا القدرة على التحكم في «قوارير الضوء» هذه.

أسرع من الضوء

نرى إذن أن هذه المشاكل كلها هندسية. لا يوجد قانون في الفيزياء يمنع السفر على شعاع من الطاقة في القرن المقبل أو الذي يليه. لذا ربما كانت هذه أفضل طريقة لزيارة الكواكب والنجوم. وبدلا من الركوب على شعاع ضوئي، كما حلم بذلك الشعراء، سنصبح نحن الشعاع الضوئي نفسه.

لكي نستوعب حقا الرؤية التي عبرت عنها قصة الخيال العلمي لأسيموف، نحتاج إلى السؤال فيما إذا كان السفر بسرعة أكبر من سرعة الضوء بين المجرات ممكنا حقا. في قصته القصيرة وتتحرك كائنات ذات قدرات هائلة بحرية بين مجرات مفصولة بعضها عن بعض بملايين السنين الضوئية.

هل هذا ممكن؟ للجواب عن هذا السؤال علينا أن ندفع حدود فيزياء الكم الحديثة نفسها. في النهاية، ربما تقدم أشياء تدعى «الثقوب السوداء» طريقا مختصرا للسفر خلال الزمان والمكان الفسيحين. وسيكون للكائنات المصنوعة من طاقة بحتة، بدلا من المادة، ميزة حاسمة في المرور خلالها.

آينشتاين، بمعنى ما، مثل شرطي الحي الذي يقول لك إنك لا تستطيع السفر أسرع من الضوء، وهي السرعة القصوى في الكون. السفر عبر مجرة درب اللبانة على سبيل المثال يستغرق مائة ألف عام، حتى لو تم على شعاع ليزري. على الرغم من مرور لحظة فقط من الزمن بالنسبة إلى المسافر، فإن الزمن على الكوكب الأم تقدم مائة ألف عام. والعبور بين المجرات يتطلب ملايين إلى مليارات السنوات الضوئية.

لكن آينشتاين نفسه ترك ثغرة في عمله. في نظريته العامة في النسبية العام 1915، بيّن أن الجاذبية تنجم عن انحناء الزمان - مكان. ليست الجاذبية قوة «سحب» سرية غير مرئية، كما اعتقد نيوتن مرة، لكنها في الحقيقة قوة «دفع» ناجمة عن التفاف المكان نفسه حول جسم ما. لا يفسر هذا بذكاء انحناء أشعة النجوم التي تمر بالقرب من النجوم وتمدد الكون فقط، بل يترك الإمكانية مفتوحة لنسيج الزمان - مكان ليمتد حتى يتمزق.

في العام 1935 قدم آينشتاين وتلميذه نيثن روزن حلا بإمكانية أن يتصل ثقبان أسودان موجودان ظهرا لظهر، مثل توأم سيامي، بحيث إذا سقطت في ثقب أي منهما يمكنك، من حيث المبدأ، أن تعبر من الثقب الآخر. (تصور وصل قمعين عند طرفيهما. فالماء الذي يخرج من أحد القمعين يظهر من الآخر). هذا «الثقب الأسود»، الذي يدعى أيضا جسر آينشتاين - روزن، طرح إمكانية وجود ممرات أو بوابات بين الأكوان. نفى آينشتاين نفسه إمكانية المرور خلال ثقب أسود، لأنك ستتحطم في أثناء العملية، غير أن تطورات لاحقة عدة أبرزت إمكانية السفر بسرعة أسرع من الضوء عبر ثقب أسود.

أولا، في العام 1963 اكتشف رياضي يدعى روي كير أن الثقب الأسود الدوار لا ينهار إلى نقطة وحيدة، كما اعتقد سابقا، لكن إلى حلقة دوارة تدور بسرعة كبيرة جدا بحيث تمنع القوى النابذة من انهياره. لو سقطت خلال الحلقة، يمكنك العبور إلى الكون الآخر. ستكون قوى الجاذبية كبيرة جدا، لكنها ليست لامتناهية. سيكون هذا مثل مرآة أليس، حيث تمرر يدك خلال المرآة لتدخل كونا موازيا. ستكون حافة المرآة الحلقة المكونة للثقب الأسود نفسه. منذ اكتشاف كير، أظهر عدد من الحلول الأخرى لمعادلات آينشتاين أن باستطاعتك، من حيث المبدأ، أن تمر بين الأكوان من دون أن تتحطم فورا. وبما أن كل ثقب أسود يرى بعيدا جدا في الفضاء يدور بسرعة (بعضها يدور بمعدل 1 مليون ميل / الساعة) فهذا يعني أن هذه البوابات الكونية يمكن أن تكون شائعة.

في العام 1988 بيّن الفيزيائي الدكتور كيب ثورن من معهد كاليفورنيا للتقنية وزملاؤه أنه بكمية كافية من «الطاقة السالبة» Negative energy من الممكن تثبيت ثقب أسود بحيث يصبح الثقب الدودي «قابلا للانتقال ضمنه» (أي يمكنك العبور خلاله بحرية في الاتجاهين من دون أن تتحطم). ربما كانت الطاقة السالبة المادة الأغرب في الكون، لكنها توجد بالفعل ويمكن خلقها (بكميات ميكروسكوبية) في المختبر.

إذن لدينا هنا نموذج جديد. أولا، ستركز حضارة متقدمة كمية كافية من الطاقة الموجبة في نقطة واحدة، مقارنة مع ثقب أسود، لفتح ثقب خلال فضاء يصل بين نقطتين بعيدتين. ثانيا، ستراكم كمية كافية من الطاقة السالبة لإبقاء البوابة مفتوحة، بحيث تكون مستقرة، ولا تغلق في اللحظة التي تدخل فيها.

يمكننا الآن وضع هذه الفكرة في منظورها الصحيح. يجب أن يكون مسح خريطة الدماغ البشري بأكمله ممكنا بحلول أواخر هذا القرن. ويمكن تأسيس شبكة ليزرية بين الكواكب في أوائل القرن التالي، بحيث يمكن إرسال الوعي شعاعيا عبر النظام الشمسي. لن تكون هناك حاجة إلى قانون جديد في الفيزياء. الشبكة الليزرية التي تستطيع الانتقال بين النجوم عليها أن تنتظر حتى القرن الذي يليه. لكن على حضارة يمكنها اللعب بالثقوب الدودية أن تكون متقدمة تقنيا علينا بآلاف السنين، مادة حدود الفيزياء المعروفة.

لهذا كله إذن تأثيرات مباشرة فيما إذا كان الوعي يستطيع الانتقال بين الأكوان. لو أتت المادة قرب ثقب أسود، فستصبح الجاذبية شديدة جدا، بحيث يصبح جسمك مثل «السباغيتي». فالجاذبية ستشد قدمك بقوة أكبر من تلك التي تسحب رأسك، لذا سيمتد جسمك بقوى مد. في الحقيقة، بينما تقترب من الثقب الأسود، فإن ذرات جسمك ستمتد حتى تنتزع الإلكترونات من النواة مسببة تفكك ذراتك.

(لمعرفة شدة قوى المد انظر فقط إلى موجات المد في الأرض وحلقات زحل. تبذل جاذبية القمر والشمس قوة سحب على الأرض، مسببة ارتفاع المحيطات عدة أقدام خلال المد المرتفع. ولو جاء القمر قريبا جدا من كوكب عملاق مثل زحل، فسوف تمد قوى المد القمر، وفي النهاية سوف تمزقه. المسافة التي تتمزق عندها الأقمار بفعل قوى المد تدعى حد روش Roche. تقع حلقات زحل عند حد روش بالضبط، لذا فقد تكون نتجت من قمر تجول قريبا جدا من الكوكب الأم).

حتى لو دخلنا في ثقب أسود دوار، واستخدمنا الطاقة السالبة لتثبيته، فإن حقول الجاذبية ستبقى قوية جدا بحيث تحولنا إلى سباغيتي.

لكن هنا تكمن ميزة الأشعة الليزرية على المادة عند المرور من خلال ثقب دودي. فالشعاع الليزري لا مادي، لذا لا يمكن مده بقوى المد في أثناء مروره بالقرب من ثقب أسود. بدلا من ذلك، يصبح الضوء «منحازا للأزرق» (أي يكسب طاقة ويزداد تردده). حتى لو شوه الشعاع الليزري، فإن المعلومات المخزنة عليه سوف تبقى سليمة. على سبيل المثال، فإن رسالة بشفرة مورس محمولة على شعاع ليزري تصبح مضغوطة، لكن محتواها من المعلومات يبقى من دون تغيير. لا تتأثر المعلومات الرقمية بقوى المد. لذا فقوى الجاذبية التي قد تكون مميتة لكائنات مصنوعة من مادة، قد تكون بلا تأثير في كائنات تسافر على أشعة ضوئية.

بهذه الطريقة، فإن الوعي المحمول على شعاع ليزري يمتلك ميزة حاسمة على المادة في المرور عبر ثقب دودي، لأنه غير مادي.

للأشعة الليزرية ميزة أخرى على المادة عند العبور خلال ثقب دودي. وفق بعض الفيزيائيين فإن ثقبا دوديا ميكرويا، ربما بحجم ذرة، قد يكون خلقه أسهل. لن تستطيع المادة العبور عبر مثل هذا الثقب الدودي الصغير. لكن ليزرات أشعة إكس بطول موجة أصغر من ذرة قد تستطيع المرور خلاله بسهولة.

على الرغم من أن قصة أسيموف القصيرة الرائعة كانت من نسج الخيال، فإن المفارقة أن شبكة واسعة بين النجوم من المحطات الليزرية قد تكون موجودة بالفعل ضمن المجرة، ومع ذلك فنحن بدائيون جدا بحيث لا نشعر بها البتة. بالنسبة إلى حضارة تتقدمنا بآلاف السنين، فإن تقنية تحويل خرائط أدمغتهم إلى أرقام وإرسالها إلى النجوم هي بمنزلة لعب أطفال. في تلك الحالة، من المعقول أن ترسل كائنات ذكية مسبقا وعيها عبر شبكة واسعة من الأشعة الليزرية في المجرة. لا شيء نراقبه بأكثر مقاربنا وأقمارنا تقدما يهيئنا لاكتشاف مثل هذه الشبكة بين المجرات.

تأسف كارل ساغان مرة على إمكانية أننا قد نعيش في عالم محاط بحضارات غريبة وليست لدينا التقنية لنعرف ذلك.

ثم يأتي السؤال التالي: ماذا يدور في خلد كائن غريب؟

لو كنا سنصادف مثل هذه الحضارة المتقدمة، فما نوع الوعي الذي قد تمتلكه؟ ربما سيتوقف مصير الجنس البشري يوما ما على الإجابة عن هذا السؤال.

أفكر أحيانا أن أكثر الإشارات وثوقية على وجود حياة ذكية في مكان ما في الكون هي أن أيا منها لم تحاول الاتصال بنا .

بيل واترسون

إما أن توجد حياة ذكية في الفضاء الخارجي وإما لا.. كلتا الفكرتين مخيفة .

آرثر كلارك

14

العقل الغريب

في قصة هـ. ج. ويلز «حرب العوالم» War of the Worlds، يهاجم غرباء Aliens من كوكب المريخ الأرض لأن كوكبهم كان يحتضر. مسلحين بأشعة قاتلة وآلات متحركة عملاقة، يحرقون بسرعة العديد من المدن، ويوشكون على التحكم في العواصم الرئيسة في العالم. في اللحظة التي يدمر فيها المريخيون علامات المقاومة كلها، وتوشك فيها حضارتنا على الانهيار، يُجمدون بصورة غامضة في أماكنهم. مع علمهم وأسلحتهم المتطورة كلها، فقد فشلوا في أخذ هجوم أدنى المخلوقات عليهم بعين الاعتبار، ألا وهي جراثيمنا.

ولدت تلك الرواية الوحيدة صنفا كاملا من الروايات، مطلقة آلاف الأفلام السينمائية مثل «الأرض ضد الصحون الطائرة» Earth vs. the Flying Saucers ، و«يوم الاستقلال» Independence Day. لكن معظم العلماء يستاءون مع ذلك عندما يرون كيف يوصف

«لو كان الغرباء متقدمين علينا بآلاف السنين، فمن المحتمل أن يكونوا قد تخلوا عن أجسادهم البيولوجية منذ أيونات السنين لخلق أجساد أكثر كفاءة حسابيا».

الغرباء. في الأفلام، يوصف الغرباء كثيرا بكائنات تتمتع ببعض الحس بالقيم والعواطف الإنسانية. وحتى بجلدهم الأخضر اللامع، وبرؤوسهم الضخمة، يبدون مثلنا إلى حد ما، يميلون إلى التحدث باللغة الإنجليزية بطلاقة.

لكن كما أشار العديد من العلماء، فقد نشترك مع سرطان البحر أو مع اليرقان في صفات أكثر مما نشترك مع الغرباء من الفضاء الخارجي.

أما بالنسبة إلى الوعي السيليكوني، فربما يمتلك وعي الغريب الخصائص العامة الموصوفة في نظرية الزمكان عن الوعي، أي القدرة على صنع نموذج عن العالم، ثم حساب كيف سيتطور مع الزمن لتحقيق هدف ما. لكن بينما يمكن برمجة الإنساليات بحيث ترتبط عاطفيا مع البشر، وتكون لها أهداف متناسبة مع أهدافنا، ربما لا يمتلك وعي الغريب أيا منها. من المحتمل أن تكون له مجموعته الخاصة به من القيم والأهداف المستقلة عن البشرية. يمكن للمرء أن يخمن فقط ما هي هذه الأهداف.

كان الفيزيائي الدكتور فريمان دايسون من معهد الدراسات المتقدمة في برنستون مستشارا لفيلم «2001»(*) . عندما رأى الفيلم أخيرا كان مسرورا، ليس بسبب تأثيراته المبهرة الخاصة، لكن لأنه كان أول فيلم هوليوودي يعرض وعيا غريبا، برغبات وأهداف ونوايا غريبة تماما عنا. لأول مرة لم يؤدِ أدوار الغرباء ببساطة بشر يتخبطون ويمثلون الشر في ثياب وحش كريه. بدلا من ذلك قدم الوعي الغريب كشيء متعارض مع الخبرة البشرية، ومن خارج نطاق فهمنا تماما.

في العام 2011 أثار ستيفن هوكينغ سؤالا آخر. احتل عالم الكون الشهير عناوين عريضة في الإعلام عندما قال إن علينا أن نكون مستعدين لهجوم غريب محتمل. وإننا لو صادفنا حضارة غريبة، فستكون أكثر تطورا من حضارتنا، وبالتالي فسوف تشكل تهديدا مميتا لوجودنا ذاته.

علينا فقط أن ننظر إلى ما حدث للأزتك عندما صادفوا إرنان كورتس ومقاتليه المتعطشين للدماء كي نتخيل ما الذي يمكن أن يحدث في مثل هذا اللقاء المصيري. مسلحين بتقنية لم يرها سكان الأزتك القادمين من العصر البرونزي من قبل، كالسيوف

(*) 2001: A Space Odessey.

الحديدية والبارود والحصان، استطاعت تلك العصابة الصغيرة من قاطعي الرؤوس أن تحطم حضارة الأزتك القديمة خلال أشهر في العام 1521.

هذا كله يثير هذه الأسئلة: كيف سيكون الوعي الغريب؟ كيف ستختلف عمليات تفكيرهم وأهدافهم عنا؟ وماذا يريدون؟

أول اتصال في هذا القرن

ليس هذا سؤالا أكاديميا. بالنظر إلى التطورات المهمة في الفيزياء الفلكية، ربما نجري اتصالا بالفعل مع ذكاء غريب في العقود القادمة. وقد تحدد كيفية تجاوبنا معهم أحد أكثر الأحداث محورية في التاريخ البشري.

هناك عدة تطورات تجعل هذا اليوم ممكنا.

أولا، في العام 2011 أعطى قمر كيبلر الاصطناعي العلماء لأول مرة في التاريخ «إحصائية» حول مجرة درب اللبانة. بعد تحليل الضوء من آلاف النجوم، وجد قمر كيبلر أن واحدا من مائتين قد يحوي كوكبا شبيها بالأرض في المنطقة القابلة للحياة. لأول مرة، أمكننا أن نحسب عدد النجوم التي يمكن أن تكون شبيهة بالأرض ضمن مجرة درب اللبانة: نحو مليار. وبينما ننظر إلى النجوم البعيدة، لدينا سبب وجيه للتساؤل فيما إذا كان هناك من ينظر إلينا.

حتى الآن حلل أكثر من ألف كوكب خارج المجموعة الشمسية بالتفصيل بواسطة مناظير فلكية على الأرض[1] (يعثر الفلكيون على كوكبين خارجيين في المعدل كل أسبوع) لسوء الحظ فإنها كلها تقريبا كواكب بحجم المشتري، خالية ربما من أي مخلوقات شبيهة بمخلوقات الأرض. لكن هناك حفنة من «كواكب أرضية فائقة»، وهي كواكب صخرية أكبر بعدة مرات من الأرض. ميز قمر كيبلر مسبقا نحو 2500 كوكب مرشح خارجي في الفضاء، حفنة منها تبدو شبيهة جدا بالأرض. هذه الكواكب تقع على المسافة الصحيحة تماما من نجومها الأم، بحيث تجعل من الممكن وجود محيطات سائلة. والماء السائل هو «المحلول العام» الذي يذيب معظم المواد الكيمياوية العضوية كالدنا والبروتينات.

في العام 2013 أعلن علماء ناسا أعظم اكتشافاتهم باستخدام قمر كيبلر[2]: كوكبان خارجيان قريبان من أن يكونا توأمين للأرض. يقعان على بعد 1200 سنة

ضوئية بعيدا عنا في تجمع ليرا. وهما أكبر من الأرض بـ 40 في المائة و60 في المائة فقط. والأكثر أهمية أن كليهما يقع ضمن منطقة قابلة للحياة من النجم الأم، لذا فهناك إمكانية أن تكون فيهما محيطات سائلة. ومن جميع الكواكب التي حللت حتى الآن، فهما الأقرب إلى أن يكونا صورتين مماثلتين عن كوكب الأرض.

أكثر من ذلك، أعطانا مقراب هابل الفضائي تقديرا للعدد الكلي من المجرات في الكون المرئي: مائة مليار. لذا يمكننا حساب عدد الكواكب الشبيهة بالأرض في الكون المرئي: مليار ضرب مائة مليار، أو مائة كوينتيليون كوكب شبيه بالأرض.

هذا حقا رقم فلكي، لذا فاحتمال وجود حياة في الكون هو احتمال كبير فلكيا، خصوصا عندما تعتبر أن الكون بعمر 13.8 مليار سنة، أي أن هناك متسعا من الوقت لصعود إمبراطوريات ذكية – وربما لسقوطها. في الحقيقة، سيكون الأمر أكثر إعجازا لو أن حضارة متقدمة أخرى لم توجد.

سيتي والحضارات الغريبة

ثانيا، تتطور تقنية المقراب الراديوي بسرعة أكبر. حتى الآن حلل عن كثب نحو ألف نجم فقط للعثور على دلائل على وجود حياة ذكية. لكن هذا الرقم سيرتفع في العقود القادمة بعامل مليون.

يعود استخدام المقراب الراديوي للعثور على حضارات غريبة إلى العام 1960، عندما بدأ الفلكي فرانك دريك مشروع «أوزما» Ozma (على اسم ملكة أوز)(*) ، باستخدام مقراب راديوي بحجم 25 مترا في غرين بانك في ولاية فرجينيا الغربية. أشّر هذا إلى ميلاد مشروع «سيتي» SETI(**) (البحث عن كائنات ذكية خارج الأرض) لسوء الحظ، لم تلتقط أي إشارة من غرباء، لكن في العام 1971 اقترحت ناسا «مشروع سيكلوبس» Cyclops الذي افترض أن يحتوي على 1500 مقراب راديوي بتكلفة 10 مليارات دولار.

ليس من المستغرب أن المشروع لم يتطور، إذ إن الكونغرس لم يكن متحمسا له.

(*) إحدى شخصيات رواية الأطفال الشهيرة «ساحر أوز العجيب» The Wonderful Wizard of Oz لمؤلفها الأمريكي ليمان فرانك بوم. [المحررة].

(**) The Search for Extrterrestrial Intelligent.

توافر التمويل لمقترح أكثر تواضعا: إرسال رسالة مشفرة بعناية في العام 1971 إلى الغرباء في الفضاء الخارجي. أرسلت رسالة مشفرة تحوي 1679 حرفا من المعلومات عبر المقراب الراديوي الضخم «أريسيبو» Arecibo في بورتو ريكو نحو التجمع النجمي الكروي M13، الذي يبعد نحو 25100 سنة ضوئية عنا. كانت تلك أول بطاقة تحية كونية في العالم، تحوي معلومات تتعلق بالجنس البشري. لكن لم يتم تلقي أي رد. ربما لم يكن الغرباء مهتمين بنا، أو ربما أعاقت سرعة الضوء ذلك. بالنظر إلى بعد المسافات، فإن أول تاريخ متوقع لرسالة رد سيكون بعد 52174 سنة من الآن.

منذ ذلك الوقت، عبر بعض العلماء عن مخاوفهم من الإعلان عن وجودنا للغرباء في الفضاء، على الأقل يجب التريث حتى نعرف نواياهم تجاهنا. اختلفوا مع مؤيدي مشروع ميتي METI(*) (التراسل مع الكائنات الذكية خارج الأرض) الذين يؤيدون بحماس إرسال إشارات إلى حضارات غريبة في الفضاء. كان المنطق وراء مشروع ميتي METI هو أن الأرض أرسلت مسبقا عددا كبيرا من إشارات الراديو والتلفاز إلى الفضاء الخارجي، لذا فإرسال بضع رسائل أخرى لن يكون ذا تأثير كبير. لكن منتقدي مشروع ميتي METI يعتقدون أننا يجب ألا نزيد من فرص اكتشافنا من قبل غرباء ربما يكونون أعداء محتملين.

في العام 1995 استعان الفلكيون بمصادر تمويل خاصة للبدء بمعهد سيتي SETI في مدينة ماونتن فيو في كاليفورنيا، لتركيز البحث والبدء بمشروع فينيكس، والذي يسعى إلى دراسة ألف نجم قريب شبيه بالشمس في المجال الراديوي 1200 إلى 3000 ميغاهرتز. الجهاز حساس جدا بحيث يمكنه أن يلتقط إصدارات من نظام رادار مطار يبعد مائتي سنة ضوئية عنا. ومنذ تأسيسه، مسح معهد سيتي أكثر من ألف نجم بتكلفة 5 ملايين دولار في السنة، لكنه لم يكن محظوظا.

المقاربة الأحدث هي مشروع SETI@home، الذي أطلق من قبل فلكيين في جامعة كاليفورنيا - بيركلي في العام 1999، والذي يستخدم جيشا غير رسمي من ملايين مالكي الحواسب الشخصية. يمكن لأي شخص المشاركة في هذا البحث التاريخي. بينما تكون نائما في الليل، يتلقى حافظ شاشتك بعض البيانات التي تتدفق من مقراب أريسيبو الراديوي في بورتو ريكو. حتى الآن سجل 5.2 ملايين مستخدم

(*) Messaging to Extrterrestrial Intelligence.

في 234 دولة. ربما حلم هؤلاء الهواة أنهم سيكونون أول من يتصل بحياة غريبة في التاريخ البشري. ومثل كولومبوس، فقد تسجل أسماؤهم في سجل التاريخ البشري. نما مشروع SETI@home بسرعة كبيرة جدا بحيث إنه أصبح في الواقع أكبر مشروع حاسوبي من نوعه في العالم.

عندما قابلت الدكتور دان ويرثايمر، مدير مشروع SETI@home، سألته كيف يمكنهم التمييز بين رسائل مزورة وأخرى حقيقية[3]. قال شيئا أثار دهشتي. قال لي إنهم أحيانا «يزرعون» عن قصد بيانات من المقارب الراديوية بإشارات مزيفة من حضارة ذكية متخيلة. لو لم يلتقط أي شخص هذه الرسائل المزيفة فإنهم يعلمون أن هناك خطأ في برمجياتهم. الدرس هنا هو أنه لو أعلن حافظ شاشة حاسوبك الشخصي اكتشاف رسالة من حضارة غريبة، يرجى عدم تبليغ الشرطة أو رئيس الولايات المتحدة الأمريكية فورا. فربما تكون رسالة مزيفة.

الباحثون عن الغرباء

أحد زملائي الذي كرس حياته للعثور على حياة ذكية في الفضاء الخارجي هو الدكتور سيث شوستاك، مدير معهد SETI. بشهادة دكتوراه في الفيزياء من معهد كاليفورنيا للتقنية، ربما توقعت منه أن يصبح بروفيسورا مميزا في الفيزياء يحاضر أمام طلاب الدكتوراه المتحمسين، لكنه بدلا من ذلك يقضي وقته بطريقة مختلفة تماما: يطلب التبرعات لمعهد سيتي SETI من أشخاص أثرياء، باحثا عن إشارات محتملة من الفضاء الخارجي، ومقدما لبرنامج إذاعي. سألته مرة عن «عامل القهقهة»[4] - هل يقهقه زملاؤه من العلماء عندما يخبرهم بأنه يستمع لغرباء من الفضاء الخارجي؟ ليس بعد الآن، كما يدعي. مع كل الاكتشافات الجديدة في الفضاء، فقد تحول المد لمصلحته.

في الحقيقة، فإنه يخاطر ويقول بصراحة إننا سنتصل بحضارة غريبة في المستقبل القريب جدا. وقد صرح بأن شبكة مقراب آلن بهوائي 350 التي تبنى الآن «سوف تعثر على إشارة بحلول العام 2025»[5].

سألته: ألا يشكل هذا مخاطرة من نوع ما؟ ما الذي يجعله متأكدا؟ أحد العوامل الذي كان لمصلحته هو تضخم عدد المقرابات الراديوية خلال السنوات

القليلة الأخيرة. على الرغم من أن الحكومة الأمريكية لا تمول مشروعه، فإن معهد سيتي SETI أقنع أخيرا بول آلن (ملياردير مايكروسوفت) للتبرع بأكثر من 30 مليون دولار للبدء بسلسلة مقراب آلن في هات كريك بكاليفورنيا، على بعد 290 ميلا شمال سان فرنسيسكو. يقوم المشروع الآن بمسح السماء بـ 43 مقرابا راديويا، وسيصل العدد في النهاية إلى 350 (لكن إحدى المشاكل هي الحاجة المزمنة إلى تمويل هذه التجارب العلمية. وللتعويض عن تخفيضات الموازنة، بقيت مؤسسة هات كريك تعمل بفضل تمويل جزئي من الجيش الأمريكي).

شيء واحد يجعله ينزعج قليلا كما اعترف لي، هو عندما يخلط الناس بين مشروع سيتي SETI، وصيادي الصحون الطائرة. الأول، كما يدعي، مؤسس على علمي فيزياء وفلك راسخين ويستخدم أحدث التقنيات. المشكلة هي أن مشاهدات الصحون الطائرة كلها التي تصله بالبريد غير قابلة للتكرار أو الاختبار. إنه يشجع أي شخص يدعي أنه اختطف من قبل غرباء قادمين في صحن طائر أن يسرق منهم شيئا – قلما غريبا أو مثبتة ورق على سبيل المثال – للبرهان على ادعائه. لا تترك الصحون الطائرة أبدا وأنت خالي الوفاض، كما أخبرني.

يستنتج أيضا أنه لا يوجد هناك دليل أكيد على زيارة غرباء لكوكبنا. ثم سألته فيما إذا كانت الحكومة الأمريكية تتكتم عن عمد على دلائل على لقاء غرباء، كما يعتقد العديد من المؤمنين بنظرية المؤامرة. أجاب: «هل يمكنهم حقا أن يكونوا بهذه الكفاءة بحيث يكتمون خبرا كبيرا كهذا؟ تذكر، هذه هي الحكومة نفسها التي تدير مصلحة البريد»[6].

معادلة دريك

عندما سألت الدكتور ويرذايمر لماذا هو متأكد إلى هذا الحد من أن هناك حياة غريبة في الفضاء الخارجي، أجاب بأن الأرقام هي لمصلحة هذا الاعتقاد. في العام 1961 حاول الفلكي فرانك دريك أن يقدر عدد هذه الحضارات الذكية بطرح افتراضات منطقية. لو بدأنا بالرقم مائة مليار، وهو عدد النجوم في مجرة درب التبانة، يمكننا أن نقدر الجزء المشابه لشمسنا منها. يمكننا اختزال هذا الرقم أكثر بتقدير الجزء الذي يمتلك كواكب منها، والجزء الذي يمتلك كواكب شبيهة بالأرض منها... إلخ. بعد إجراء عدد من

الافتراضات المنطقية، نخرج بتقدير لعشرة آلاف حضارة متقدمة في مجرة درب اللبانة (حصل كارل ساغان، باستخدام مجموعة مختلفة من التقديرات على الرقم مليون).

منذ ذلك الوقت، استطاع العلماء أن يجروا تقديرات أفضل لعدد الحضارات المتقدمة في مجرتنا. على سبيل المثال، نعرف أن هناك عددا أكبر من الكواكب التي تدور حول النجوم مما توقعه دريك، وأن هناك عددا أكبر أيضا من الكواكب الشبيهة بالأرض. لكننا مازلنا نواجه مشكلة. حتى لو علمنا عدد التوائم للأرض في الفضاء، لانزال لا نعلم كم منها تدعم حياة ذكية. حتى على الأرض، استغرق الأمر 4.5 مليار سنة قبل أن تخرج الكائنات الذكية أخيرا من المستنقع. لنحو 3.5 مليار سنة وجدت أشكال الحياة على الأرض، لكن فقط خلال المائة ألف سنة الأخيرة، أو ما يقرب من ذلك، ظهرت كائنات حية ذكية مثلنا. لذا، حتى على كوكب شبيه بالأرض مثل كوكبنا، فإن نشوء حياة ذكية حقا أمر صعب جدا.

لماذا لا يزوروننا؟

لكنني بعد ذلك سألت الدكتور سيث شوستاك من SETI السؤال الصعب: إذا كان هناك هذا العدد الكبير جدا من النجوم في المجرة وهذا العدد الكبير من الحضارات، فلماذا لا يزوروننا؟ هذه هي معضلة فيرمي على اسم إنريكو فيرمي حامل جائزة نوبل الذي ساعد في بناء القنبلة الذرية، وكشف أسرار نواة الذرة.

اقترحت نظريات عديدة. واحدة منها هي أن المسافة بين النجوم قد تكون كبيرة جدا. يستغرق الأمر نحو سبعين ألف سنة من أكثر صواريخنا الكيميائية قوة للوصول إلى النجوم الأقرب إلى الأرض. ربما تحل حضارة أكثر تقدما من حضارتنا بآلاف إلى ملايين السنين هذه المشكلة، لكن هناك احتمالا آخر. ربما أبادت هذه الحضارات بعضها بعضا في حرب نووية. وكما قال جون كينيدي مرة «آسف للقول إن هناك الكثير من الصدق في المزحة التي تقول إن الحياة معدومة على كواكب أخرى لأن علماءها كانوا أكثر تقدما من علمائنا».

لكن ربما كان أكثر الأسباب منطقية هو التالي: تصور أنك تمشي على طريق ريفي وتصادف تلة نمل. هل تذهب إلى النمل وتقول لها: أجلب لك الحلي. أجلب لك الخرز. أعطيك طاقة نووية. سأخلق جنة لك. خذوني إلى زعيمكم!

غالبا، لا.

الآن تصور أن عمالا يبنون طريقا سريعا بثمانية مسارات بالقرب من هضبة النمل. هل سيعلم النمل ما التردد الذي يتحدث به العمال؟ هل يعلمون حتى ما الطريق السريع بثمانية مسارات؟ بالطريقة نفسها فإن أي حضارة ذكية يمكنها الوصول إلى الأرض ستكون متقدمة علينا بآلاف إلى ملايين السنين، وربما لا يكون لدينا شيء نقدمه لهم. بكلمات أخرى، نحن مغرورون باعتقاد أن الغرباء سيسافرون تريليونات الأميال لمقابلتنا فقط.

الأكثر احتمالا أننا لسنا موجودين على شاشة رادارهم. للمفارقة، يمكن أن تعجّ المجرة بأشكال ذكية من الحياة، لكننا بدائيون جدا بحيث إننا لا نشعر بوجودهم.

الاتصال الأول

لكن افترض للحظة أن الوقت سيحين، ربما عاجلا وليس آجلا، عندما نجري اتصالا مع حضارة غريبة. يمكن لهذه اللحظة أن تمثل نقطة تحول في تاريخ البشرية. لذا فالأسئلة التالية هي: ماذا يريدون، وما شكل وعيهم؟

في الأفلام وقصص الخيال العلمي، يريد الغرباء في الأغلب أن يلتهمونا، أو يقهرونا، أو يتزاوجوا منا، أو يجردوا كوكبنا من موارده الثمينة. لكن هذا كله غير محتمل تماما.

ليس من المحتمل أن يبدأ أول اتصال لنا بحضارة غريبة على شكل صحن طائر يهبط على مرج البيت الأبيض. الأكثر احتمالا أن يحدث هو أن يعلن مراهق يشغل حافظ شاشة في مشروع SETI@home أن حاسوبه الشخصي فك شفرة إشارات من مقراب أريسيبو الراديوي في بورتوريكو. أو ربما عندما يكتشف مشروع سيتي SETI في هات كريك رسالة تشير إلى وجود ذكاء في مكان ما.

لذا فلقاؤنا الأول سيكون حدثا باتجاه واحد. سنستطيع التنصت على رسائل ذكية، لكن الرد عليها ربما يستغرق عقودا أو قرونا ليصل إليهم.

ربما تعطينا المحادثات التي نسمعها على الراديو معرفة قيّمة بهذه الحضارة الغريبة. لكن معظم الرسالة سيكون مجرد ثرثرة وتسلية وموسيقى... إلخ، بمحتوى علمي قليل.

ثم سألت الدكتور شوستاك السؤال المفتاح التالي: هل ستبقي الاتصال الأول – عندما يحدث - سرا؟ بعد كل شيء، ألن يسبب هذا هلعا جماهيريا، وهستيريا دينية، وفوضى وهروبا فوريا؟ دهشت قليلا عندما أجابني بـ «لا»، وبأنهم سوف يقدمون البيانات كلها لحكومات العالم وللجمهور.

السؤال التالي هو: كيف سيبدون، كيف يفكرون؟

لفهم وعي غريب، ربما يكون من المفيد تحليل وعي آخر غريب جدا عنا وهو وعي الحيوانات. نحن نعيش معها، ومع ذلك نجهل تماما ما يدور في أدمغتها.

ربما يساعدنا فهم وعي الحيوانات بدوره على فهم الوعي الغريب.

وعي الحيوانات

هل تفكر الحيوانات؟ وإذا كان الأمر كذلك ما الذي تفكر فيه؟ حيّر هذا السؤال أعظم العقول في التاريخ لآلاف السنين. كتب الكاتبان والمؤرخان اليونانيان بلوتارخ وبليني كلاهما عن هذا السؤال الشهير الذي بقي بلا حل حتى اليوم[7]. وخلال القرون، قدمت إجابات عديدة لهذا السؤال من عظماء الفلاسفة.

يصادف كلب يسير على الطريق، ويبحث عن سيده، مفترقا يتفرع إلى ثلاثة اتجاهات، فيتجه أولا في الطريق الأيسر، ويشم حواليه، ثم يعود بعد أن عرف أن سيده لم يسلك هذا الطريق. ثم يأخذ الطريق الأيمن، ويشم حواليه ليدرك أن سيده لم يأخذ هذا الطريق أيضا. سيأخذ الكلب هذه المرة الطريق الأوسط من دون أن يستخدم حاسة الشم لديه.

ما الذي كان يدور في دماغ الكلب؟ استعرض بعض كبار الفلاسفة هذا السؤال بلا فائدة. كتب الفيلسوف الفرنسي وكاتب المقالات ميشيل دي مونتين أن الكلب استنتج بوضوح أن الحل الممكن الوحيد هو أن يأخذ الطريق الأوسط، وهو استنتاج يشير إلى أن الكلاب قادرة على التفكير المجرد.

لكن القديس توما الأكويني حاجج في القرن الثالث عشر بعكس ذلك[8] – إن مظهر التفكير المجرد ليس هو التفكير الأصيل نفسه. وأننا قد نخدع بالمظاهر السطحية للذكاء[9]، كما ادعى.

بعد قرون من ذلك، حصل نقاش شهير بين جون لوك وجورج بيركلي بشأن الوعي

الحيواني. قال لوك بصراحة: «الحيوانات لا تفكر بتجريد». لكن الراهب بيركلي رد عليه بقوله: «لو كان عدم قدرة الحيوان على التجريد علامة مميزة له، فأخشى أن يصنف كثير ممن يقال عنهم بشر ضمن ذلك النوع»[10].

حاول الفلاسفة عبر العصور تحليل هذا السؤال بالطريقة نفسها: بفرض وعي بشري على الكلب. هذا خطأ في التشبيه، أو افتراض أن الحيوانات تفكر وتتصرف مثلنا. لكن ربما كان الحل الحقيقي هو النظر إلى هذا السؤال من وجهة نظر الكلب، التي يمكن أن تكون غريبة تماما.

في الفصل الثاني قدّمت تعريفا للوعي مثلت الحيوانات فيه جزءا من مجالات الوعي. يمكن للحيوانات أن تختلف عنا في المعطيات التي تستخدمها لخلق نموذج عن العالم. يقول الدكتور ديفيد إيغلمان إن علماء النفس يدعون هذا «البيئة»، أو الواقع كما تعيه الحيوانات الأخرى. ويلاحظ في عالم العث الأعمى والأصم، فإن الإشارات المهمة هي درجة الحرارة ورائحة حمض البيوتيريك. بالنسبة إلى سمكة الريشة، فهي عبارة عن الحقول الكهربائية. وبالنسبة إلى الخفاش الذي يحدد المكان بالصدى، فهي عبارة عن الموجات الهوائية المضغوطة. إذن، كل متعضية تعيش ضمن بيئتها الخاصة بها، وبالتالي يفترض أنها تتمثل الحقيقة الموضوعية بكاملها الموجودة «هناك»[11].

انظر إلى دماغ كلب، يعيش بشكل مستمر في دوامة من الروائح يمكنه بواسطتها اصطياد الطعام أو إيجاد الشريك. من هذه الروائح يشكل الكلب خريطة عقلية لما هو موجود في محيطه. هذه الخريطة من الروائح تختلف تماما عن تلك التي نحصل عليها من أعيننا، وتعطي مجموعة مختلفة تماما من المعلومات (تذكر من الفصل 1 أن الدكتور بينفيلد بنى خريطة من قشرة الدماغ، تظهر الصورة الذاتية المشوهة للجسم. تخيل الآن شكلا مماثلا لدماغ كلب. سيكون معظمه مكرسا لأنفه، وليس لأصابعه. ستكون الحيوانات وفق شكل بينفيلد مختلفة تماما. ومن المحتمل أن يكون للغرباء من الفضاء شكل أكثر غرابة).

لسوء الطالع، نميل إلى فرض وعي بشري على الحيوانات، على الرغم من أنه ربما كانت للحيوانات نظرة مختلفة تماما عن العالم. على سبيل المثال، عندما يتبع كلب أوامر سيده بإخلاص، نفترض بلا وعي أن الكلب هو أفضل صديق للإنسان لأنه يحبنا

ويحترمنا. لكن بما أن الكلب متحدر من فصيلة الذئب الرمادي، الذي يصطاد ضمن مجموعة ذات تراتبية صارمة، فمن المحتمل أن الكلب يرى فيك نوعا من الذكر الرئيس Alpha Male في المجموعة، أو الزعيم. أنت، بالنسبة إليه، بمعنى ما الكلب الرئيس في المجموعة (ربما كان هذا أحد الأسباب في أن تدريب الجراء أسهل من تدريب الكلاب البالغة، من المحتمل أنه من الأسهل بصم حضور شخص ما على دماغ جرو، بينما تدرك كبار الكلاب أن البشر ليسوا جزءا من مجموعتها).

أيضا عندما تدخل قطة إلى غرفة جديدة وتتبول على السجادة نفترض أنها غاضبة أو مضطربة، ونحاول أن نعثر على سبب لذلك. لكن ربما كانت القطة تحدد ببساطة موقعها برائحة بولها، لتبقي القطط الأخرى بعيدة عنه. لذا فالقطة ليست مضطربة على الإطلاق، إنها ببساطة تحذّر القطط الأخرى أن تبقى بعيدا عن البيت لأنه ملكها.

ولو قرقرت القطة ومسحت نفسها على قدميك، نفترض أنها ممتنة لك للعناية بها، وأنها إشارة إلى الدفء والمحبة. الأكثر احتمالا أن القطة تحك هرموناتها عليك لتدّعي ملكية ممتلكاتها (أي أنت)، ولدفع القطط الأخرى بعيدا عنك. من وجهة نظر القطة أنت خادم لها من نوع ما، مدرّب على تقديم الطعام لها عدة مرات في اليوم، ومسح رائحتها عليك يحذّر القطط الأخرى أن تبقى بعيدا عن هذا الخادم.

وكما كتب فيلسوف القرن السادس عشر ميشيل دي مونتين مرة: «عندما أداعب قطتي، كيف لي أن أعلم أنها لا تلعب معي بل أنا من يلعب معها؟».

ثم إذا انزوت القطة وحدها، فليس هذا بالضرورة علامة على الغضب أو الانزواء. القطة متحدرة من القط البري، وهو صياد منفرد، على النقيض من الكلب. ليس هناك حيوان أعلى لتطيعه كما في حالة الكلب. ربما كان انتشار برامج «هامس الحيوانات» المختلفة على التلفاز إشارة إلى المشاكل التي نصادفها عندما نفرض وعيا ونوايا بشرية على الحيوانات.

ربما يمتلك الوطواط أيضا وعيا مختلفا، تهيمن عليه الأصوات. لكونه أعمى تقريبا، يحتاج الوطواط إلى تغذية راجعة مستمرة من الزعقات الضئيلة التي يصنعها، مما يسمح له بتحديد موقع الحشرات والحواجز والوطاويط الأخرى عبر الصوت. ستكون خارطة بينفيلد لدماغه مختلفة جدا عنا، بجزء كبير مخصص لأذنيه. بالمثل، للدلافين وعي مختلف عن البشر، ومؤسس على الصوت أيضا. بما أن الدلافين تمتلك قشرة

جبهية أصغر، اعتُقد فيما مضى أنها ليست ذكية جدا، لكن الدلافين تعوض عن ذلك بحجم دماغها الأكبر. لو بسطت القشرة الحديثة لدماغ الدولفين، فسوف تغطي ست صفحات مجلة، لكنك لو بسطت القشرة الحديثة لدماغ إنسان فإنها ستغطي أربع صفحات فقط. تمتلك الدلافين أيضا قشرات صدغية وجدارية مطورة جدا لتحليل الإشارات الصوتية في الماء، وهي واحدة من الحيوانات القلائل التي يمكنها إدراك نفسها في المرآة، ربما لهذا السبب.

إضافة إلى ذلك، فدماغ الدولفين في الحقيقة مبني بصورة مختلفة عن أدمغة البشر، لأن سلالات الدولفين والبشر تباعدت بعضها عن بعض منذ خمسة وتسعين مليون سنة. لا تحتاج الدلافين إلى أنف، لذا فإن بصلة الشم تختفي مباشرة بعد الولادة. لكن منذ ثلاثين مليون سنة توسعت قشرتها الصوتية من حيث الحجم، لأن الدلافين تعلمت تحديد الموقع بالصدى، أو الأمواج الصوتية، للعثور على الطعام. ومثل الوطاويط فإن عالمها مكون من الأصداء والاهتزازات. بالمقارنة مع البشر، تمتلك الدلافين فصا إضافيا في جهازها الحوفي يدعى المنطقة «فوق الحوفية» paralimbic، التي ربما تساعدها على تكوين علاقات اجتماعية قوية.

في هذه الأثناء، تمتلك الدلافين أيضا لغة ذكية. سبحت مرة في بركة دلافين لمصلحة مسلسل تلفزيوني خاص بالقناة العلمية Science Channel. وضعت حساسات صوتية في البركة يمكنها التقاط القرقعات والصافرات التي تستخدمها الدلافين للتحدث بعضها مع بعض. سجلت هذه الإشارات ثم حللت بواسطة حاسوب. هناك طريقة بسيطة لتمييز ما إذا كان هناك ذكاء يقبع بين هذه المجموعة العشوائية من الصرخات والزعقات. في اللغة الإنجليزية، على سبيل المثال، فإن الحرف e هو الأكثر استخداما في الأبجدية. في الحقيقة، يمكننا صنع قائمة من حروف الأبجدية كلها، وعدد مرات استخدامها. مهما كان الكتاب الذي نحلله باللغة الإنجليزية بواسطة الحاسوب، فإنه سيطيع تقريبا القائمة نفسها من الأحرف الشائعة للأبجدية.

بالمثل، يمكن استخدام هذا البرنامج الحاسوبي لتحليل لغة الدلافين. بالتأكيد سنعثر على نمط مماثل يشير إلى الذكاء. مع ذلك، عندما نذهب إلى ثدييات أخرى يبدأ هذا النمط بالخلل، وفي النهاية ينهار تماما عند وصولنا إلى الحيوانات الأدنى بأدمغة صغيرة. عندها تصبح الإشارات عشوائية تقريبا.

نحل ذكي؟

لمحاولة تصور ما قد يكون عليه شكل الوعي الغريب، انظر إلى الإستراتيجيات التي تتبناها الطبيعة للتكاثر على الأرض. هناك إستراتيجيتان رئيستان للتكاثر في الطبيعة لهما تأثيرات عميقة في التطور والوعي.

الأولى هي الإستراتيجية التي تستخدمها الثدييات، حيث تنتج عددا قليلا من المواليد الصغيرة، ثم ترعى بعناية كل واحدة منها إلى سن النضج. هذه إستراتيجية خطرة، لأن عددا قليلا فقط من الذرية ينتج في كل جيل، وهي تفترض أن العناية ستوازن المخاطر. لكل حياة هنا قيمتها، حيث ستربى وترعى بعناية فترة من الزمن.

لكن هناك إستراتيجية أخرى أكثر قدما تستخدم في كثير من مملكة النبات والحيوان، بما في ذلك الحشرات والزواحف ومعظم أشكال الحياة الأخرى على الأرض. تتعلق هذه الإستراتيجية بخلق عدد كبير من البيوض أو البذور ثم تركها لتؤمّن لنفسها. ومن دون عناية، لن يبقى معظم الذرية على قيد الحياة، لذا ينجح قليل فقط من الأفراد الأقوياء في إنتاج الجيل التالي. وهذا يعني أن الطاقة الموظفة في كل جيل من قبل الآباء معدومة، وأن التكاثر يعتمد على قانون المتوسط لنشر الأنواع.

تنتج هاتان الإستراتيجيتان حالات مختلفة بشكل مدهش للحياة والذكاء. تثمّن الإستراتيجية الأولى كل فرد. الحب والرعاية والحنان والترابط هي في قمتها في هذه المجموعة. ويمكن لهذه الإستراتيجية في التكاثر أن تنجح فقط إذا وظّف الآباء قدرا كبيرا من الطاقة الثمينة لحفظ صغارهم. أما الإستراتيجية الثانية فلا تثمّن الفرد على الإطلاق، لكنها تؤكد بقاء الأنواع أو المجموعة ككل. فبالنسبة إليها، لا يعني الفرد شيئا.

الأكثر من ذلك أن لإستراتيجية التكاثر تأثيرات عميقة في تطور الذكاء. عندما تلتقي نملة بأخرى، على سبيل المثال، تتبادلان كمية محدودة من المعلومات باستخدام الروائح الكيميائية والإشارات. وعلى الرغم من أن المعلومات المشتركة بين النملتين في حدها الأدنى، لكنها قادرة بهذه المعلومات على أن تخلق خنادق وغرفا مفصلة ضرورية لبناء خلية نمل. بالمثل، على الرغم من أن نحل العسل يتواصل بعضه مع بعض بالرقص، فإنه بمجموعه يستطيع صنع شمعة معقدة، ويحدد مواقع الزهور البعيدة. لذا لا ينشأ ذكاؤها من الفرد، لكن من التواصل الجماعي للمستعمرة بكاملها ومن جيناتها.

لذا اعتبر حضارة ذكية خارج كوكب الأرض مبنية على الإستراتيجية الثانية، مثل نوع ذكي من نحل العسل. في هذا المجتمع يمكن الاستغناء عن عاملات النحل التي تطير بعيدا كل يوم للبحث عن اللقاح. فالعاملات من النحل لا تتكاثر على الإطلاق، لكنها بدلا من ذلك تعيش لغرض واحد، وهو خدمة الخلية والملكة، واللتان من أجلهما تستعد للتضحية بنفسها. الروابط التي تربط الثدييات بعضها ببعض لا تعني شيئا بالنسبة إليها.

من المفترض أن يؤثر هذا في تطوير برنامج فضائي. لأننا نثمّن حياة كل رائد فضائي، ونخصص موارد كبيرة لإعادتهم إلى الأرض أحياء. تذهب معظم تكلفة السفر في الفضاء إلى دعم الحياة، بحيث يستطيع رواد الفضاء العودة إلى الوطن، والدخول مجددا في الغلاف الجوي. لكن بالنسبة إلى حضارة من نوع نحل العسل الذكي، لا تساوي حياة كل عاملة منها ذلك، فإن برنامجها الفضائي سيكون أقل تكلفة بكثير. وليس من الضروري لعاملاتها أن تعود. كل رحلة هي باتجاه واحد، وهذا يمثل توفيرا مهما.

الآن تخيل لو صادفنا غريبا من الفضاء يشبه بالفعل عاملة نحل العسل. عادة عندما نصادف نحلة عسل في الغابة فمن المحتمل أنها ستتجاهلنا تماما، ما لم نهددها أو نهدد خليتها. يبدو الأمر كأننا غير موجودين. بالمثل، لن يكون لهذا العامل أدنى اهتمام بالاتصال بنا، ومشاركة معرفته معنا. سيتابع أداء مهمته الأصلية وسيتجاهلنا. الأكثر من ذلك، أن القيم التي نثمنها لن تعني سوى قليل جدا بالنسبة إليه.

في السبعينيات وضعت ميداليتان على متن مجسات بيونير 10 و11، تحتويان على معلومات مهمة عن عالمنا ومجتمعنا. مجدت الميداليتان تنوع الحياة على الأرض وثراءها. وافترض العلماء آنذاك أن الحضارات الغريبة في الفضاء ستكون مثل حضارتنا، فضولية ومهتمة بالتواصل معنا. لكن لو عثرت مثل عاملة النحل هذه على ميداليتنا، فالاحتمال أنها لن تعني شيئا بالنسبة إليها.

الأكثر من ذلك، ليس من المطلوب أن تكون كل عاملة منها ذكية جدا. تحتاج إلى أن تكون ذكية بما يكفي لخدمة مصلحة الخلية. لذا لو أرسلنا رسالة إلى كوكب من النحل الذكي، فمن المحتمل أنها ستظهر قليلا من الاهتمام في الرد عليها.

حتى لو أمكن الاتصال بمثل هذه الحضارة، فقد يكون من الصعب التواصل معها. على سبيل المثال، عندما نتواصل بعضنا مع بعض نفكك الأفكار إلى جمل،

ببنية مؤلفة من الاسم والفعل، من أجل بناء قصة، عادة قصة شخصية. معظم جملنا تحوي التعبير التالي: أنا فعلت هذا أو «هم فعلوا ذلك». في الحقيقة، فإن معظم أدبنا ومحادثاتنا تستخدم الرواية، التي تشمل في الأغلب خبرات ومغامرات قمنا نحن أو قدواتنا بها. يفترض هذا مسبقا أن خبراتنا الشخصية هي الطريقة المهيمنة على نقل المعلومات.

مع ذلك، فحضارة مبنية على عاملات النحل الذكية ربما لا يكون لديها أدنى اهتمام بالروايات الشخصية أو بالقصص. بما أنها جماعية جدا فربما لا تكون رسائلها شخصية، لكنها يمكن أن تكون موضوعية، تحتوي على معلومات مهمة لازمة للخلية بدلا من التوافه الشخصية، ومن النميمة التي ربما تطور وضع الفرد الاجتماعي. في الحقيقة، ربما تجد أن لغتنا الروائية منفرة نوعا ما، لأنها تضع دور الفرد قبل حاجات الجماعة.

كما سيكون لعاملات النحل هذه شعور مختلف تماما بالنسبة إلى الزمن. بما أن العاملات قابلات للاستغناء عنهن، فربما لا يتمتعن بمتوسط عمر طويل. فمشاريعهن قصيرة ومحددة جيدا.

غير أن البشر يعيشون حياة أطول بكثير، ولديهم أيضا شعور ضمني بالزمن. ندخل في مشاريع ووظائف بحيث نستطيع بشكل معقول أن نتممها قبل نهاية أعمارنا. نحدد باللاوعي سرعة مشاريعنا وعلاقاتنا مع الآخرين وأهدافنا بحيث تتلاءم مع مدى عمري محدد. بكلمات أخرى، نعيش حياتنا على مراحل متميزة: العزوبية، والزواج، وتربية الأطفال، وأخيرا التقاعد. غالبا، من دون أن نعي ذلك، نفترض أننا سنعيش، وفي النهاية سنموت، ضمن فترة زمنية محددة.

لكن تخيل كائنات يمكنها أن تعيش آلاف السنين، أو ربما تخلد. ستكون أولوياتها وأهدافها وطموحاتها مختلفة تماما عنا. يمكنها أخذ مشاريع تتطلب عادة عدة أعمار من الحياة البشرية. يستبعد السفر في الفضاء غالبا على أنه خيال علمي؛ لأن وصول صاروخ تقليدي إلى النجوم القريبة يستغرق سبعين ألف سنة تقريبا. بالنسبة إلينا، فهذا طويل جدا. لكن بالنسبة إلى حياة غريبة، ربما يكون هذا الزمن لا قيمة له تماما. على سبيل المثال، ربما يمكنها السبات وإبطاء استقلاباتها، أو ببساطة العيش لقدر غير محدودة من الزمن.

كيف يبدون؟

ربما ستقدم لنا أول ترجمة لهذه الرسائل الغريبة بعض الفهم حول ثقافة الغرباء وأسلوب حياتهم. على سبيل المثال، من المحتمل أن يكونوا قد تطوروا من صيادين، وبالتالي لايزالون يشتركون في بعض خصائصهم. (بصورة عامة، يكون الصيادون على الأرض أذكى من الفرائس. فالحيوانات الصائدة كالنمور والأسود والقطط والكلاب تستخدم مكرها للاختباء أو الكمين أو المطاردة وكل ذلك يتطلب قدرا من الذكاء. هذه الحيوانات المفترسة كلها لديها عينان في مقدمة وجهها من أجل الرؤية الدوارة في أثناء تركيز اهتمامها. أما الطرائد التي تمتلك عينين على جانبي وجهها لتحديد المفترس فعليها فقط أن تهرب. هذا هو السبب في قولنا «ماكر كالثعلب» و«غبي كالأرنب»). ربما تخلصت أشكال الحياة الغريبة من الكثير من غرائز الصيد لأسلافها البعيدة، لكن من المحتمل أنها لاتزال تمتلك بعضا من وعي الصياد (أي تحديد المكان والتوسع فيه والعنف عند الضرورة).

لو فحصنا العنصر البشري، نرى أن ثلاثة عناصر رئيسة على الأقل مهدت الطريق له كي يصبح ذكيا:

1. الإبهام المقابل الذي يمنحنا القدرة على اللعب بالبيئة وإعادة تشكيلها بواسطة الأدوات.
2. عيون متعددة الاتجاهات، أو عيون الصياد ثلاثية الأبعاد.
3. اللغة التي تسمح لنا بمراكمة المعرفة والثقافة والحكمة عبر الأجيال.

عندما نقارن هذه العناصر الثلاثة بالخصائص الموجودة في مملكة الحيوان، نرى أن القليل من الحيوانات يلبي معايير الذكاء هذه. القطط والكلاب على سبيل المثال ليست لديها قدرة الإمساك أو اللغة المعقدة. الأخطبوط لديه ملاقط متطورة، لكنه لا يرى جيدا وليست لديه لغة معقدة.

ربما كانت هناك اختلافات في هذه المعايير الثلاثة. بدلا من إبهام مقابل، يمكن أن يكون للغريب مخالب أو ملاقط. (الشرط المسبق الوحيد هو أن تكون قادرة على التلاعب ببيئتها بأدوات تصنع من هذه الملحقات). بدلا من أن يكون لها عينان ربما يكون لها عدد أكبر من العيون، كالحشرات. أو ربما تكون لها حساسات تكتشف الصوت والأشعة فوق البنفسجية بدلا من الضوء المرئي. الأكثر احتمالا أن يكون لها

عيون دوارة لصياد، لأن الكائنات المفترسة لها عادة مستوى أعلى من الذكاء من الطريدة. وأيضا، بدلا من لغة تعتمد على الأصوات، ربما تتواصل عبر أشكال مختلفة من الاهتزازات. (المتطلب الوحيد هو أن تتبادل المعلومات بعضها مع بعض لخلق ثقافة تمتد عبر أجيال).

لكن فيما بعد هذه المعايير الثلاثة فكل شيء ممكن.

بعد ذلك، ربما كان للغرباء وعي متأثر ببيئتهم. يدرك الفلكيون الآن أن الموطن الأوفر للحياة في الكون ليس كوكبا شبيها بالأرض يستحم بأشعة الشمس الدافئة من النجم الأم، لكنه قد يكون في أقمار باردة كالجليد، تدور حول كوكب بحجم المشتري على بعد آلاف الأميال من النجم الأم. من المعتقد بشكل شائع أن أوروبا، وهو قمر مغطى بالجليد يتبع المشتري يحتوي على محيط سائل تحت سطحه المتجمد يسخن بقوى المد. بما أن أوروبا يهتز وهو يدور حول المشتري، فإنه يضغط في اتجاهات مختلفة بفعل الجذب الضخم للمشتري، مما يسبب احتكاكا داخل أعماق القمر. يولد هذا حرارة تشكل البراكين، وفوهات محيطات تذيب الجليد، وتخلق محيطات سائلة. يقدر أن محيطات أوروبا عميقة جدا، ويقدر حجمها بعدة أمثال حجم محيطات الأرض. بما أن 50 في المائة من النجوم تمتلك كواكب بحجم المشتري (مائة مرة أكثر من الكواكب الشبيهة بالأرض) لذا فالشكل الأكثر وفرة للحياة قد يوجد على أقمار جليدية لكواكب غازية ضخمة كالمشتري.

لذا عندما نصادف أول حضارة غريبة في الفضاء فمن المحتمل أن تكون ذات مصدر مائي. (أيضا من المحتمل أنها هاجرت من المحيط، وتعلمت العيش على سطح جليدي لقمرها بعيدا عن الماء لعدة أسباب. أولا، سيكون لأي نوع يعيش دائما تحت الجليد نظرة محدودة إلى الكون. لن يستطيع أبدا تطوير علم فلك أو برنامج فضائي، لو فكر أن الكون هو فقط المحيط تحت الغطاء الجليدي. ثانيا، لأن الماء يقطع الكهرباء عن العناصر الكهربائية، فلن تطور أبدا الراديو أو التلفاز لو بقيت تحت الماء. وإذا كانت ستتطور فيجب عليها أن تتقن الإلكترونيات، والتي لا يمكن أن توجد في المحيطات. لذا من المحتمل جدا أن يكون هؤلاء الغرباء قد تعلموا ترك المحيطات، والعيش على الأرض كما فعلنا نحن).

لكن ما الذي يحدث لو تطور هذا الشكل من الأحياء لخلق حضارة تسافر في الفضاء، وتستطيع الوصول إلى الأرض؟ هل سيكونون على شكل متعضيات بيولوجية مثلنا، أم هل سيكونون قد تخطوا البيولوجية؟

الحقبة بعد البيولوجية

أحد الأشخاص الذين قضوا وقتا معتبرا في التفكير في هذه الأسئلة هو زميلي الدكتور بول ديفيس من جامعة ولاية أريزونا بالقرب من فينيكس. عندما قابلته أخبرني بأن علينا أن نوسع أفقنا لنتأمل كيف يمكن أن تبدو حضارة تتقدمنا بآلاف السنين أو أكثر[12].

باعتبار مخاطر السفر في الفضاء، يعتقد أن مثل هذه الكائنات ستكون قد تخلت عن شكلها البيولوجي، مثل العقول من دون أجساد التي ناقشناها في الفصول السابقة. يكتب ما يلي: «استنتاجي مدهش. أعتقد أنه محتمل جدا – في الحقيقة محتم – أن يكون الذكاء البيولوجي ظاهرة انتقالية ومرحلة عابرة في تطور الذكاء في الكون. لو صادفنا ذكاء فضائيا فأعتقد أنه من المحتمل جدا أن يكون من طبيعة ما بعد البيولوجية، وهو استنتاج له أبعاد واضحة وعميقة لمشروع سيتي SETI [13].

في الحقيقة، لو كان الغرباء متقدمين علينا بآلاف السنين، فمن المحتمل أن يكونوا قد تخلوا عن أجسادهم البيولوجية منذ أيونات السنين لخلق أجساد أكثر كفاءة حسابيا: كوكب تغطي الحاسبات سطحه بالكامل. يقول الدكتور ديفيس: «ليس من الصعب تصور سطح كوكب مغطى بكامله بنظام معالجة مركزي وحيد... صاغ راي برادباري مصطلح «أدمغة الماتريوشكا»(*) لوصف هذه الكائنات المدهشة.

لذا بالنسبة إلى الدكتور ديفيس قد يفقد الوعي الغريب مبدأ «الذاتية»، ويمتص ضمن شبكة عالمية للعقول تغطي سطح الكوكب بكامله. يضيف الدكتور ديفيس: «للشبكة الحاسوبية القوية من دون وعي بذاتها ميزة ضخمة على الذكاء البشري، لأنها تستطيع إعادة تصميم «نفسها»، وتحدث تغييرات بلا خوف، وتندمج مع أنظمة كاملة، وتنمو. الشعور بالذات بالنسبة إليها سيكون عائقا واضحا أمام تطورها».

(*) Matryoshka هي الدمية الروسية الشهيرة التي توضع في داخلها دمى أقل حجما تزينها الزخارف الملونة. [المحررة].

لذا باسم الكفاءة وزيادة القدرة الحاسوبية، يتصور ديفيس أن يتخلى أعضاء هذه الحضارة المتقدمة عن شخصياتهم ويمتصون بالتالي ضمن وعي جماعي.

يقر الدكتور ديفيس بأن نقاد فكرته قد يجدون هذا المبدأ منفرا. يبدو أن هذه الكائنات الغريبة تضحي بفرديتها وإبداعها لمصلحة الفائدة الأكبر للمجموعة أو للخلية. ليس هذا محتما، كما يحذر، لكنه الخيار الأكفأ للحضارة.

للدكتور ديفيس أيضا رأي يعترف بأنه مثير للاكتئاب. عندما سألته لماذا لا تقوم هذه الحضارات بزيارتنا، أعطاني جوابا غريبا. قال لي إن أي حضارة بمثل هذا التقدم ستكون قد طورت أيضا حقائق افتراضية أكثر تحديا وأهمية من الواقع. ستكون الحقيقة الافتراضية التي نعرفها اليوم بمنزلة لعبة أطفال بالمقارنة مع الواقع الافتراضي لحضارة متقدمة علينا بآلاف السنين.

هذا يعني أن أفضل عقولهم ربما قررت أن تلعب حياة متخيلة في عوالم افتراضية مختلفة. إنه رأي محبط كما اعترف، لكنه محتمل بالتأكيد. في الحقيقة، قد يكون بمنزلة إنذار لنا ونحن نسعى إلى إتقان الواقع الافتراضي.

ماذا يريدون؟

في فيلم «الشبكة» The Matrix تهيمن الآلات على البشر وتضعهم في أغلفة، حيث تستغلنا كبطاريات تشحن بها أجسادها. وهذا هو سبب إبقائنا على قيد الحياة. لكن بما أن محطة كهربائية واحدة تنتج طاقة أكبر من أجساد ملايين البشر، فإن أي غريب يبحث عن مصدر للطاقة سيكتشف بسرعة أن لا حاجة له بهذه البطاريات البشرية. (يبدو أن هذا غاب عن ذهن أسياد الآلات في فيلم «الشبكة»، لكن يؤمل أن يكون الغرباء أعقل من ذلك).

الاحتمال الآخر هو أنها قد تريد أكلنا. استكشف هذا في حلقة من مسلسل «منطقة الغسق» The Twilight Zone، حيث يهبط الغرباء على الأرض ويعدوننا بمزايا تقنيتهم المتقدمة. يطلبون متطوعين لزيارة كوكبهم الأم الجميل. لكن الغرباء يخلفون وراءهم بالمصادفة كتابا يدعى «لطهي رجل» To serve Man (*)، يحاول

(*) كلمة Serve تحمل معنيين: الخدمة، وتقدم الطعام. [المحررة].

العلماء أن يفكوا شفرته لاكتشاف العجائب التي سيشاركنا الغرباء فيها. يكتشف العلماء أن الكتاب هو في الحقيقة كتاب للطبخ. (لكن بما أننا مصنوعون من دنا وبروتينات مختلفة تماما عنهم، فربما سيكون من الصعب على أمعائهم هضمنا).

احتمال آخر هو أن يرغب الغرباء في تجريد الأرض من مواردها ومعادنها الثمينة. قد يكون هناك بعض الحقيقة في هذا المنطق، لكن لو كان الغرباء متطورين بما يكفي للسفر بلا عناء من النجوم، فسيكون هناك العديد من الكواكب غير المأهولة لنهب مواردها، من دون الحاجة إلى التفكير في سكان محليين مقلقين مثلنا. من وجهة نظرهم، ستكون محاولة استعمار كوكب مسكون مضيعة للوقت إذا كانت هناك بدائل أسهل.

لذا إذا كان الغرباء لا يريدون استعبادنا، أو نهب ثرواتنا، فما الخطر الذي سيشكلونه عندئذ؟ فكر في ظباء في غابة. من يجب أن تخشى أكثر – الصياد العنيف المسلح ببندقية، أم مطور المشاريع ذا الطباع الهادئة المسلح بتصاميم ومخططات؟ على الرغم من أن الصياد قد يفزع الظبي، فإن قلة فقط من الظباء مهددة منه. الأخطر بالنسبة إلى الظبي هو المطور، لأن الظبي ليس حتى على شاشة راداره. ربما لا يفكر المطور في الظبي على الإطلاق، مركزا بدلا من ذلك على تطوير الغابة، لتكون ملكية مفيدة له. على ضوء هذا المثال، كيف سيبدو اجتياح الغرباء حقيقة؟

في أفلام هوليوود، هناك عيب صارخ: فالغرباء متفوقون علينا بقرن أو ما يقرب من ذلك فقط، لذا نستطيع عادة تصميم سلاح سري، أو استغلال ضعف بسيط في عدتهم لقتالهم، كما في فيلم «الأرض ضد الصحون الطائرة» Earth vs. The Flying Saucers. لكن كما أخبرني الدكتور سيث شوستاك، مدير مشروع سيتي SETI، مرة، فإن القتال ضد حضارة غريبة متقدمة سيكون مثل القتال بين بامبي وغودزيلا.

في الحقيقة، ربما كان الغرباء متقدمين علينا بآلاف إلى ملايين السنين في عتادهم الحربي. لذا سيكون لدينا القليل الذي يمكننا فعله للدفاع عن أنفسنا. لكن ربما نستطيع التعلم من البرابرة الذين هزموا أعظم حضارة عسكرية في وقتها، وهي الإمبراطورية الرومانية.

كان الرومان عباقرة في الهندسة، قادرين على صنع أسلحة يمكنها أن تدمر قرى

البرابرة، وبناء طرقات لتموين مراكز عسكرية نائية في إمبراطورية مترامية الأطراف. وكان للبرابرة الذين خرجوا من فورهم من حياة الترحال فرصة ضئيلة عند ملاقاتهم الجيش الإمبراطوري الروماني الجبار.

لكن التاريخ يسجل أنه مع توسع الإمبراطورية، فقد انتشرت بشكل أضعفها، وبمعارك كثيرة خاضتها، وبمعاهدات عديدة قيدتها، وبمصادر لم تكف لدعم هذا كله، خصوصا مع الانحسار التدريجي للسكان. الأكثر من ذلك أن الإمبراطورية التي كانت بحاجة دائمة إلى المتطوعين كان عليها أن تطوع جنودا من البرابرة، وترقيهم إلى مناصب قيادية. بشكل محتم بدأت تقنية الإمبراطورية المتفوقة بالانتقال إلى البرابرة أيضا. ومع مرور الزمن، أتقن البرابرة التقنيات العسكرية نفسها التي قهرتهم في البداية.

نحو النهاية، واجهت الإمبراطورية - التي أنهكت بمؤامرات القصر الداخلية، والعوز الشديد في المحاصيل، والحروب الأهلية والجيش المتبعثر - البرابرة الذين استطاعوا قتال الجيش الإمبراطوري الروماني حتى النهاية. ومهد نهب روما في العام 410 و455 الطريق لسقوط الإمبراطورية النهائي في العام 476.

بالطريقة نفسها، ربما لن يشكل سكان الأرض في البداية تهديدا حقيقيا لغزو خارجي، لكن مع الزمن يمكن لهم أن يتعرفوا على نقاط ضعف الجيش الغريب، ومصادر قوته، ومراكز قياداته، ومعظم أسلحته. ومن أجل التحكم في السكان من البشر، سوف يضطر الغرباء إلى تجنيد متعاونين معهم وتشجيعهم. سيؤدي هذا إلى انتقال تقنيتهم إلى البشر.

ثم يمكن لجيش من البشر من هنا وهناك أن يشن هجوما معاكسا. في الإستراتيجية العسكرية الشرقية، مثل التعليمات الكلاسيكية لسون تزو في كتابه «فن الحرب» هناك طريقة لهزيمة جيش أقوى. دعه أولا يدخل في أرضك. بمجرد أن يدخل أرضا لا يعرفها، وينتشر جنوده فيها، حتى يمكنك شن هجوم عكسي على أضعف نقاطه.

التقنية الأخرى هي استخدام قوة العدو ضده. في لعبة الجودو، فإن الإستراتيجية الرئيسة هي تحويل قوة المهاجم لمصلحتك. تدع العدو يهاجم، ثم توقعه أرضا مستغلا كتلته نفسها وطاقته. كلما كانتا أكبر كانت سقطته أقسى.

بالطريقة نفسها ربما كانت الطريقة الوحيدة لقتال جيش غريب متفوق هي أن تسمح له باحتلال أرضك، وأن تتعلم أسلحته وأسراره العسكرية، وأن تحول تلك الأسلحة والأسرار ضده.

لذا لا يمكن هزيمة جيش غريب متفوق بالمواجهة المباشرة. لكنه سينسحب إذا كان لا يستطيع الانتصار، وإذا كانت تكلفة الاستنزاف كبيرة جدا له. الانتصار يعني حرمان العدو من النصر.

لكن الأكثر احتمالا كما أعتقد هو أن الغرباء سيكونون طيبين، وسيتجاهلوننا لمعظم الوقت. ببساطة، ليس لدينا ما نقدمه لهم. لو زارونا فسيكون هذا ناجما بشكل رئيس عن الفضول، وللتعرف علينا. (بما أن الفضول خاصة رئيسة في جعلنا أذكياء، من المحتمل أن تكون الكائنات الغريبة فضولية، وبالتالي تريد أن تتعرف علينا، لكن ليس بالضرورة الاتصال بنا).

لقاء رائد فضاء غريب

على النقيض من الأفلام، ربما لن نلتقي بكائنات غريبة بلحمها ودمها. سيكون هذا ببساطة خطيرا جدا وغير ضروري. بالطريقة ذاتها التي أرسلنا فيها مارس روفر للاستكشاف، من المحتمل أن يرسل الغرباء بدائل ميكانيكية / عضوية أو أفاتارات، والتي يمكنها أن تعالج مشاكل السفر عبر الفضاء بشكل أفضل. بهذه الطريقة ربما لا يشبه «الغرباء» الذين نصادفهم على مرج البيت الأبيض أسيادهم على الكوكب الأم إطلاقا. بدلا من ذلك، سينشر الأسياد وعيهم في الفضاء من خلال وكلاء.

الأكثر احتمالا مع ذلك أنهم سيرسلون مجسا إنساليا إلى قمرنا، المستقر جيولوجيا، ومن دون عمليات حت. هذه الإنساليات ستكون ذاتية التكاثر، أي أنها ستنشئ مصنعا وتنتج ألف نسخة عنها. (تدعى هذه مجسات فون نيومان، على اسم الرياضي جون فون نيومان الذي وضع أسس الحاسبات الرقمية. كان فون نيومان أول رياضي يدرس بجد مسألة الآلات التي تتكاثر ذاتيا). يطلق الجيل الثاني من المجسات بعد ذلك إلى أنظمة نجمية أخرى، حيث يقوم كل منها بدوره بخلق ألف مجس من الجيل الثالث، مما يجعل العدد الكلي يصل إلى مليار. ثم ستنتشر تلك المجسات وتنشئ مصانع أكثر خالقة مليار مجس. بدءا من مجس واحد، سيكون لدينا ألف ثم

مليون ثم مليار مجس. خلال خمسة أجيال سيكون لدينا كوادرليون مجس. وسريعا ما تصبح لدينا كرة هائلة تمتد بسرعة الضوء تحتوي على تريليونات التريليونات من المجسات تستعمر المجرة بكاملها خلال بضع مئات الآلاف من السنين.

يأخذ الدكتور ديفيس فكرة التكاثر الذاتي لفون نيومان على محمل الجد، بحيث إنه تقدم بطلب لتمويل بحث لاستكشاف سطح القمر بحثا عن دليل على زيارة سابقة لغرباء. يريد أن يمسح القمر بحثا عن إصدارات راديوية، أو شذوذات في الإشعاع، ستدل على دليل لزيارة غرباء، ربما منذ ملايين السنين. كتب ورقة علمية مع الدكتور روبرت فاغنر في المجلة العلمية آكتا أسترونوتيكا Acta Astronautica يدعوان فيها إلى فحص دقيق للصور من قمر الاستطلاع حول القمر حتى دقة 1.5 قدم.

كتبا ما يلي: «على الرغم من أن هناك احتمالا ضئيلا بأن تترك حضارة غريبة آثارا على القمر في شكل أدوات أو تعديلات لخصائصه، فإن ميزة القمر هو أنه قريب منا»[14]، وأيضا ستبقى الآثار محفوظة لفترات طويلة من الزمن. وبما أنه لا يوجد هناك حت على سطح القمر ستبقى الآثار التي يتركها الغرباء مرئية (بالطريقة ذاتها التي يمكن أن تظل فيها بصمات أقدام رواد الفضاء في السبعينيات، من حيث المبدأ، مليارات السنين).

إحدى المشاكل هي أن مجس فون نيومان ربما يكون صغيرا جدا. تستخدم المجسات النانوية الآلات الجزيئية، والـ MEMs وبالتالي ربما تكون بحجم سلة الخبز، كما قال لي، أو ربما أصغر. (في الحقيقة، لو هبط مثل هذا المجس على الأرض في فناء بيت ما، فربما لن يلحظه مالك البيت على الإطلاق).

لكن هذه الطريقة تمثل الطريقة الأكفأ لاستعمار المجرة، باستخدام النمو الأسي لمجسات فون نيومان ذاتية التكاثر. (هذه أيضا هي الطريقة التي تغزو بها الجراثيم أجسامنا. تبدأ بحفنة من الجراثيم التي تستقر على خلايانا، وتختطف آلية التكاثر، وتحول خلايانا إلى مصانع لخلق مزيد منها. وخلال أسبوعين يمكن لفيروس واحد أن يعدي تريليونات الخلايا، وفي النهاية نعطس).

لو صح هذا السيناريو فسيعني أن قمرنا هو المكان الأكثر احتمالا لزيارة غرباء. هذا هو أيضا محور الفيلم «2001: الأوديسة الفضائية»، والتي تمثل إلى اليوم اللقاء

الأكثر قبولا مع حضارة غير أرضية. في الفيلم، يوضع مجس على قمرنا منذ ملايين السنين لمراقبة تطور الحياة على الأرض بشكل رئيس. في بعض الأحيان تتدخل هذه المجسات في عملية تطورنا وتعطيها دفعا إضافيا. ثم ترسل هذه المعلومة بعد ذلك إلى المشتري، والذي يعمل كمحطة تحويل، قبل أن تتوجه إلى الكوكب الأصلي لهذه الحضارة الغريبة القديمة.

من وجهة نظر هذه الحضارة المتقدمة، والتي يمكنها مسح مليارات الأنظمة النجمية في الوقت ذاته، فإن لديها حرية كبيرة في اختيار النظام الكوكبي الذي تود استعماره. وباعتبار ضخامة المجرة يمكنها تجميع معلومات ثم اختيار أفضل الكواكب والأقمار التي تعطي أفضل الموارد. من وجهة نظرها، قد لا تكون الأرض جذابة.

إمبراطوريات المستقبل ستكون إمبراطوريات العقل .

ونستون تشرشل

لو تابعنا تطوير تقنيتنا من دون حكمة أو تبصر،

فربما يكون خادمنا قاتلنا .

الجنرال عمر برادلي

15

ملاحظات ختامية

«منذ أكثر من ألفي عام، قال سقراط: «أن تعرف نفسك هي بداية الحكمة». ونحن في رحلة طويلة لتحقيق رغبته».

في العام 2000 احتدم نقاش حاد داخل المجتمع العلمي. كتب بيل جوي، أحد مؤسسي سن كومبيوترز، مقالا محرضا دان فيه التهديد المميت الذي نواجهه من التقنية المتقدمة. في مقال له في مجلة «وايارد» Wired بعنوان مستفز، «المستقبل لا يحتاج إلينا»[1]، كتب ما يلي: «إن أقوى تقنياتنا في القرن الحادي والعشرين - الإنسالية، والهندسة الجينية والتقنية النانوية - تهدد بجعلنا صنفا مهددا بالفناء». شكك ذلك المقال المثير في أخلاقية مئات العلماء المجتهدين الذين يعملون في مختبراتهم على مواضيع متقدمة في العالم. تحدّى المقال فحوى بحوثهم نفسها، ذاكرا أن مزايا هذه التقنيات تتضاءل كلها أمام التهديدات الهائلة التي تفرضها على البشر.

وصف واقعا مرا تتآمر تقنياتنا كلها فيه لتحطيم الحضارة. وحذّر من أن تنقلب ثلاثة من مخلوقاتنا ضدنا:

- ربما تهرب الجراثيم المهندسة بيولوجيا يوما ما من المختبر وتدمر العالم. بما أنك لا تستطيع إعادة احتواء أنواع الحياة تلك، فربما تنتشر على نطاق واسع، وتطلق أوبئة مميتة أسوأ من تلك التي ظهرت في العصور الوسطى. ربما تغير التقنية البيولوجية التطور البشري، خالقة «عدة أصناف غير متساوية ومنفصلة من البشر... مما يهدد مبدأ المساواة التي هي حجر الأساس في نظامنا الديموقراطي»[2].

- ربما تتحول الإنساليات النانوية إلى وحوش مستعرة يوما ما، وتبذر كميات غير محدودة من «مادة رمادية لاصقة» تغطي الأرض، وتقتل أشكال الحياة كلها. بما أن هذه الإنساليات النانوية «تهضم» مواد عادية، وتخلق أنواعا جديدة من المادة، فقد تعمل بشكل سيئ وتصبح مسعورة وتلتهم معظم الأرض. كتب يقول: «بالتأكيد ستكون المادة الرمادية نهاية كئيبة للمغامرة البشرية على الأرض، أسوأ بكثير من النار أو الجليد، والتي يمكن أن تنجم عن حادثة مخبرية بسيطة...».

- ربما ستهيمن الإنساليات يوما ما على الأرض وتحل محل البشرية. ستصبح ذكية جدا بحيث تنحّي البشرية ببساطة جانبا. سنترك كملاحظة هامشية على عملية التطور. كتب يقول: «لن تكون الإنساليات بأي معنى على الإطلاق أطفالنا... على هذا المنحى، ربما ستضيع البشرية».

ادّعى جوي أن الأخطار التي تطلقها هذه التقنيات الثلاث جعلت أخطار القنبلة النووية في الأربعينيات تبدو ضئيلة بالمقارنة. في ذلك الوقت، حذّر آينشتاين من قدرة التقنية النووية على تحطيم الحضارة: «أصبح من الواضح أن تقنيتنا تجاوزت إنسانيتنا». لكن القنبلة الذرية بُنيت بواسطة برنامج حكومي ضخم خاضع للتنظيم الصارم، بينما تطور التقنيات الحالية من قبل شركات خاصة، بتنظيم محدود، أو من دون تنظيم على الإطلاق، كما أشار جوي.

بالتأكيد، أقر جوي بأن هذه التقنيات قد تخفف بعضا من معاناة البشر على المدى القصير. لكن على المدى الطويل، ستطمرهذه المزايا لأن هذه التقنيات ستطلق أرماغدون(*) علمية ربما تهدد الجنس البشري.

(*) أرماغدون: اسم المعركة الفاصلة المرتبطة بعودة ظهور المسيح. [المترجم].

اتهم جوي العلماء بأنهم أنانيون وسذج في محاولتهم لخلق مجتمع أفضل. كتب ما يلي: «اليوتوبيا التقليدية هي مجتمع جيد، وحياة جيدة. الحياة الجيدة تشمل أناسا آخرين. هذه اليوتوبيا التقنية هي حول «لن أمرض، لن أموت ـ عليّ أن أحصل على نظر أفضل، وأن أكون أذكى» وما إلى ذلك. لو وصفت هذا لسقراط أو أفلاطون فسيضحكان عليك»[3].

اختتم بالقول: «أعتقد أنه ليس من المبالغة القول إننا على وشك إتقان شر مستطير، وهو شر يمكن أن ينتشر إلى أبعد مما أعطته أسلحة الدمار الشامل للدول القومية...».

النتيجة من هذا كله «شيء يشبه الإبادة» كما حذّر.

وكما هو متوقع، فقد أثار المقال عاصفة من الجدل.

كتب المقال منذ أكثر من عقد مضى، وهي مدة طويلة بالنسبة إلى هذه التقنية العالية. من الممكن الآن النظر إلى بعض تنبؤاته ببعض التبصر. بالنظر إلى المقال، ووضع تحذيراته في منظورها الصحيح، نرى بسهولة أن بيل جوي بالغ في بعض التهديدات التي قد تنجم عن هذه التقنيات، لكنه أيضا حرّض العلماء على مواجهة العواقب الأخلاقية والمعنوية والاجتماعية لعملهم، وهو شيء مفيد دوما.

فتح مقاله أيضا نقاشا حول من نكون. في الكشف عن الأسرار الجينية والجزيئية والعصبية للدماغ، ألم نقم بطريقة ما بإزالة بشرية البشر، مختزلين إياها إلى وعاء من الذرات والأعصاب؟ لو مسحنا تماما كل عصبون في الدماغ، وتقفينا كل ممر عصبي، ألا يزيح ذلك سر من نحن وسحره؟

رد على بيل جوي

بالنظر إلى الوراء، فإن التهديدات من الإنساليات والتقنية النانوية هي أبعد مما اعتقد بيل جوي، وأحاجج بأنه مع تحذير كافٍ، يمكننا اتخاذ إجراءات مضادة متنوعة، مثل تحريم بعض أنواع البحوث التي تؤدي إلى إنتاج إنساليات لا يمكن التحكم فيها، ووضع شرائح فيها لإيقافها إذا أصبحت خطرة، وصنع أجهزة لا تخطئ لإيقافها كلها في حالة طارئة.

يأتي التهديد الأقرب من التقنية البيولوجية، حيث يوجد خطر حقيقي من هروب الجراثيم البيولوجية من المختبر. في الحقيقة، كتب راي كورزويل وبيل جوي مقالا انتقدا فيه نشر الجينوم الكامل لجرثوم الإنفلونزا الإسبانية في العام 1918، وهو أحد أخطر الجراثيم في التاريخ الحديث، والذي قتل عددا أكبر من البشر مما قتل في الحرب العالمية الأولى. استطاع العلماء إعادة تركيب الجرثوم الميت منذ زمن، بفحص جثث ضحاياه ودمهم وسلسلة جيناته، ثم نشروا بحوثهم على الإنترنت.

توجد ضمانات مسبقا ضد نشر مثل هذا الجرثوم الخطير، لكن يجب اتخاذ خطوات أكثر لتقويتها، وإضافة طبقات أخرى من الحماية. بصورة خاصة، لو اندلع جرثوم جديد فجأة في بعض الأماكن النائية فعلى العلماء أن يدعموا فرق الاستجابة السريعة التي يمكنها عزل الجرثوم بعيدا، وسلسلة جيناته، ثم تحضير لقاح ضده بسرعة لمنع انتشاره.

نتائج وآثار مستقبل الدماغ

لهذا النقاش أيضا تأثير مباشر في مستقبل الدماغ. في الوقت الحاضر مازال علم الأعصاب بدائيا. يمكن للعلماء أن يقرأوا ويصوروا أفكارا بسيطة من الدماغ الحي، ويسجلوا بعض الذكريات، ويصلوا الدماغ بأذرع ميكانيكية، ويمكّنوا المرضى المقعدين من التحكم في آلات حولهم، ويسكتوا مناطق معينة من الدماغ بالمغناطيسية، ويحددوا مناطق الدماغ التي يصيبها الخلل في الأمراض العقلية.

مع ذلك، ربما تصبح قوة علم الأعصاب في العقود القادمة كبيرة جدا. فالبحث العلمي الحالي على أعتاب اكتشافات علمية جديدة من المحتمل أن تذهلنا. قد نتمكن في يوم ما من التحكم في الأشياء حولنا بشكل روتيني بقوة العقل، وأن نحمّل ذكريات على العقل، وأن نعالج أمراضا عقلية، وأن نطور ذكاءنا، وأن نفهم الدماغ عصبونا عصبونا، وأن نخلق نسخا احتياطية للدماغ، وأن نتواصل بعضنا مع بعض بالتخاطر عن بعد. عالم المستقبل سيكون عالم العقل.

لم يشكك بيل جوي في إمكانية هذه التقنية في تخفيف الألم والمعاناة البشرية. لكن ما جعله ينظر إلى هذه التقنية بفزع كان احتمال تطور أفراد ربما يسببون انقسام البشرية. في المقال، رسم جوي صورة كئيبة لنخبة ضئيلة تمتلك الذكاء

والعمليات العقلية المطورة، بينما تقبع جماهير الناس في الجهل والفقر. خشي أن ينقسم الجنس البشري إلى قسمين، أو ربما يتوقف عن أن يكون بشريا على الإطلاق.

لكن كما أشرنا مسبقا، فإن معظم التقنيات تكون غالية جدا عند إدخالها لأول مرة، وبالتالي تكون محصورة في الأثرياء فقط. لكن بسبب الإنتاج بالجملة وانخفاض تكلفة الحاسبات والتنافس والشحن الأرخص فإن التقنيات ستصل حتما إلى الفقراء أيضا. كان هذا هو المسار الذي سلكته تقنيات التصوير والراديو والتلفاز والحاسبات والحاسبات الشخصية والهواتف الخليوية أيضا.

بعيدا عن خلق عالم من الذين يملكون والذين لا يملكون، كان العلم هو محرك الازدهار. من الأدوات كلها التي طوعتها البشرية منذ بدء التاريخ، كان العلم أقواها وأكثرها إنتاجية. الثراء الواسع الذي نراه حولنا هو ثمرة مباشرة من ثمار العلم. ولتقدير دور التكنولوجيا في رأب خطوط الصدع الاجتماعية بدلا من تعميقها، فلننظر إلى حياة أسلافنا نحو العام 1900. كان متوقع العمر في الولايات المتحدة عندها تسعا وأربعين سنة. مات العديد من الأطفال وهم في المهد. كان التواصل مع الجار يتم عن طريق الصراخ من النافذة. وكان البريد يوصل بالأحصنة، هذا إذا وصل على الإطلاق. كان الدواء في معظمه زيت الأفاعي. وكانت المعالجة الفعّالة الوحيدة هي البتر (من دون مخدر)، والمورفين لقتل الألم. كان الطعام يفسد خلال أيام. كما شكل المرض تهديدا مستمرا. وكان الاقتصاد قادرا على دعم حفنة فقط من الأغنياء، وطبقة صغيرة من الطبقة الوسطى.

غيّرت التقنية كل شيء. لم نعد مضطرين إلى البحث عن غذائنا، فنحن نذهب ببساطة إلى السوق المركزي. لم نعد نحتاج إلى حمل أغراض تقصم الظهر، إذ أصبحنا بدلا من ذلك نحملها بسياراتنا. (في الحقيقة، فإن التهديد الرئيس الذي نواجهه من التقنية، والذي قتل ملايين الناس، ليس الإنسالي القاتل أو الإنساليات النانوية المسعورة – بل هو أسلوب حياتنا المدلل، الذي خلق مستويات قريبة من الوباء من السمنة والسكري وأمراض القلب والسرطان وغيرها. وهذه المشكلة جلبناها نحن إلى أنفسنا).

نرى أيضا هذا على المستوى العالمي. خلال العقود القليلة الماضية شهد العالم صعود مئات الملايين من البشر من الفقر الطاحن لأول مرة في التاريخ. لو نظرنا

إلى الصورة الأكبر، نرى جزءا مهما من الجنس البشري قد ترك حياة زراعة الكفاف المرهقة، ودخل إلى صفوف الطبقة الوسطى.

استغرق الأمر عدة مئات من السنين بالنسبة إلى الدول الغربية كي تصبح صناعية، ومع ذلك تنجز الهند والصين هذا خلال عقود قليلة، وهذا كله بسبب انتشار التكنولوجيا. بالتقنية اللاسلكية والإنترنت تستطيع هذه الدول تجاوز دول أخرى أكثر تطورا مدَّدت شبكات مدنها بمشقة. وبينما يصارع الغرب الشيخوخة، وبنية تحتية مدينية متداعية، تبني الدول النامية مدنا بكاملها بتقنية حديثة متألقة.

(عندما كنت طالب دراسات عليا أحضّر الدكتوراه، كان على نظرائي في الصين والهند أن ينتظروا عدة أشهر إلى سنة للحصول على مقال من مجلة علمية. أيضا لم يكن لديهم اتصال مباشر مع العلماء والمهندسين في الغرب، لأن القليل منهم يمكنه تحمل نفقات السفر. أعاق هذا كثيرا انتقال التقنية التي سارت بسرعة جليدية بالنسبة إلى تلك الدول. أما اليوم، فيمكن للعلماء أن يقرأ بعضهم بحوث بعض فور وضعها على الإنترنت، ويمكنهم التعاون إلكترونيا مع علماء آخرين حول العالم. لقد سرّع هذا كثيرا من تدفق المعلومات. ومع هذه التقنية جاء التقدم والازدهار).

الأكثر من ذلك، فليس من الواضح أن امتلاك نوع من الذكاء المتطور سيسبب انقساما كارثيا للجنس البشري، حتى لو لم يكن العديد من الناس قادرين على امتلاكه. في معظم الأحيان لا تضمن القدرة على حل معادلات رياضية معقدة، أو امتلاك ذاكرة قوية، مستوى أعلى من الدخل واحتراما أكثر من الزملاء، أو شعبية أقوى مع الجنس الآخر، وهي الحوافز التي تحرّض معظم الناس. يتفوق مبدأ رجل الكهف على عملية تطوير الدماغ.

وكما لاحظ الدكتور مايكل غازانيغا: «إن فكرة أننا نتلاعب بأحشائنا هي فكرة مزعجة لكثير منا. وما ترانا فاعلين بهذا الذكاء المطور؟ هل سنستخدمه في حل قضايانا، أم أن كل ما سيقدمه لنا هو قائمة أطول من بطاقات المعايدة بعيد الميلاد؟»[4].

لكن كما ناقشنا في الفصل الخامس، ربما يستفيد العمال العاطلون عن العمل من هذه التقنية، وذلك بتخفيض الزمن اللازم لإتقان تقانات ومهارات جديدة. لن يقلل هذا من المشاكل المرتبطة بالبطالة فقط، بل سيكون له أيضا تأثير في الاقتصاد العالمي، مما يجعله أكثر كفاءة واستجابة للتغيير.

الحكمة والنقاش الديموقراطي

أشار بعض النقاد ردا على مقال جوي إلى أن النقاش ليس حول الصراع بين العلماء والطبيعة. لكن النقاش هو حقا بين ثلاثة عناصر: العلماء والطبيعة والمجتمع.

استجاب عالما الحاسوب الدكتور جون براون وبول دوغويد للمقال بالقول: «التقنيات - كالبارود وآلة الطباعة والسكك الحديد والتلغراف والإنترنت - يمكنها أن تغير المجتمع بعمق. لكن من جهة أخرى، تشكل الأنظمة الاجتماعية - على شكل حكومات ومحاكم ومؤسسات رسمية وغير رسمية وحركات اجتماعية وشبكات مهنية ومجتمعات محلية ومؤسسات السوق وما إلى ذلك - القوة الخام لتلك التقنيات وتعدّلها وتعيد توجيهها»[5].

المهم هنا هو أن نحلل هذه الأمور وفق المجتمع، وفي النهاية سيعود الأمر إلينا لنتبنى رؤية جديدة للمستقبل تتضمن أفضل الأفكار.

بالنسبة إليَّ، فإن المصدر الأعلى للحكمة بهذا الخصوص يأتي من خلال نقاش ديموقراطي قوي. في العقود القادمة، سيطلب من الجمهور التصويت على عدد من القضايا العلمية المهمة. لا يمكن أن يدور النقاش حول التقنية في فراغ.

أسئلة فلسفية

أخيرا، ادّعى بعض النقاد أن مسيرة العلم اندفعت كثيرا إلى الأمام في الكشف عن أسرار الدماغ، وهو كشف أصبح مهينا للإنسان ومحطا بكرامته. لماذا الفرح عند اكتشاف شيء جديد، أو تعلّم مهارة جديدة، أو التمتع بعطلة مريحة، إذا كان من الممكن اختزالها كلها في بضع مطلقات أعصاب تنشّط عددا قليلا من الدارات العصبية؟

بكلمات أخرى، كما اختزل علم الفلك البشر إلى أجزاء تافهة من غبار كوني يعوم في كون لامبالٍ، فقد اختزلنا علم الأعصاب إلى إشارات كهربائية تدور ضمن دارات عصبية. لكن هل هذا حقا صحيح؟

بدأنا نقاشنا بتسليط الضوء على سرين عظيمين في العلم كله: العقل والكون. لا يشتركان في تاريخ وقصة فقط، لكنهما يشتركان أيضا في فلسفة متماثلة، وربما في مصير مشترك. قدّم العلم، بكل قوته على التحديق في لب الثقوب السوداء

والهبوط على سطح كواكب نائية، فلسفتين شاملتين عن العقل والكون: مبدأ كوبرنيكوس، والمبدأ الإنساني. كلاهما يتّسق مع كل ما هو معروف في العلم، لكنهما متناقضان تماما.

ولدت الفلسفة العظيمة الأولى وهي المبدأ الكوبرنيكي باكتشاف المقراب منذ أكثر من أربعمائة سنة. يقول المبدأ إنه ليس هناك موقع مميز للبشرية في الكون. قلبت هذه الفكرة، التي تبدو بسيطة، آلاف السنين من الأساطير المحببة والفلسفات المهيمنة.

منذ قصة التوراة حول نفي آدم وحواء من جنة عدن لأكلهما تفاحة المعرفة، حصلت سلسلة من الهزائم المذلة. أولا، أظهر مقراب غاليليو بوضوح أن الأرض ليست مركز النظام الشمسي - وأن الشمس هي المركز. ثم قلبت هذه النظرية عندما اكتشف أن النظام الشمسي مجرد نقطة في مجرة درب اللبانة، تدور على بعد نحو ثلاثين ألف سنة ضوئية من المركز. ثم اكتشف إدوين هابل في العشرينيات أن هناك عددا كبيرا من المجرات. فجأة أصبح الكون أكبر بمليارات المرات. والآن يستطيع مقراب هابل الفضائي أن يظهر وجود حتى مائة مليار مجرة في الكون بكامله. لقد اختزلت مجرة درب اللبانة الخاصة بنا إلى نقطة ضئيلة في كون أوسع بكثير.

خفّضت نظريات كونية أحدث موقع البشرية في الكون. تذكر نظرية التضخم أن كوننا المرئي، بمائة مليون مجرة، هو مجرد نقطة في كون مضخم أوسع بكثير، بحيث لا يمتلك معظم الضوء الوقت الكافي للوصول إلينا حتى الآن من تلك المناطق النائية جدا. هناك مناطق شاسعة من الكون لا يمكننا رؤيتها بالمقراب، ولن نستطيع أبدا زيارتها، لأنه لا يمكننا السفر أسرع من الضوء. ولو كانت نظرية الأوتار الفائقة (وهي اختصاصي) صحيحة، فهي تعني أنه حتى الكون كله يوجد مع أكوان أخرى في فضاء فائق مكوّن من أحد عشر بعدا. لذا، فحتى الفضاء ثلاثي الأبعاد ليس الكلمة النهائية. المجال الحقيقي للظاهرة الفيزيائية هو الأكوان المتعددة المملوءة بأكوان فقاعية عائمة.

حاول كاتب قصص الخيال العلمي دوغلاس آدم أن يلخص الشعور المستمر بالهزيمة باختراع «دوامة المنظور الشامل» في روايته «دليل المسافر إلى المجرة» The Hitchhiker's Guide to the Galaxy. صممت الدوامة لتجعل كل شخص

عاقل يجن. عندما تدخل الغرفة، فكل ما تراه عبارة عن خريطة ضخمة للكون بكامله. وعلى الخريطة هناك سهم ضئيل غير مرئي تقريبا يقول «أنت هنا».

لذا فمن جهة يشير المبدأ الكوبرنيكي إلى أننا مجرد حطام كوني لا قيمة له ينجرف بلا هدف بين النجوم. لكن من جهة أخرى فالبيانات الكونية الأخيرة كلها تتسق مع نظرية أخرى تقدم لنا الفلسفة المضادة : المبدأ الإنساني.

تقول هذه النظرية إن الكون ملائم للحياة. مرة أخرى، لهذه المقولة البسيطة ظاهريا مغازٍ عميقة. فمن جهة، من المستحيل معارضة أن الحياة موجودة في الكوكب. لكن من الواضح أن قوى الكون لا بد أن تعيّر لدرجة عالية من الدقة بحيث تجعل الحياة ممكنة. وكما قال الفيزيائي فريمان دايسون مرة: «يبدو أن الكون يعلم أننا مقبلون».

على سبيل المثال، لو كانت القوة النووية أقوى قليلا، لاستنفدت الشمس طاقتها منذ مليارات السنين، بسرعة أعلى من أن تسمح للدنا بالظهور على الأرض. ولو كانت القوة النووية أضعف قليلا، لما اشتعلت الشمس في المقام الأول، ولما كنا موجودين هنا.

بالمثل، لو كانت الجاذبية أقوى قليلا، لانهار الكون كله إلى كتلة كبيرة منذ مليارات السنين، ولحرقنا كلنا حتى الموت. ولو كانت أضعف قليلا لتمدد الكون بسرعة ليصل إلى مرحلة التجمد الكبير، بحيث نتجمد جميعا حتى الموت.

يمتد هذا التناغم الدقيق ليشمل كل ذرة في أجسامنا. تقول الفيزياء إننا مصنوعون من غبار نجمي، وإن الذرات التي نراها حولنا تكونت ضمن فرن نجم ملتهب. نحن حرفيا أطفال النجوم.

لكن التفاعلات النووية التي حوّلت الهيدروجين إلى عناصر أثقل في أجسامنا معقدة جدا، وكان من الممكن إيقافها في مراحل عدة. عندها كان من المستحيل خلق عناصر أعلى لتكوين أجسامنا، ولما وجدت ذرات الدنا أو الحياة.

بكلمات أخرى، فالحياة ثمينة وإعجازية.

هناك الكثير جدا من العوامل التي يجب أن «تتنغّم» بدقة، بحيث إن البعض يدّعي أن هذا ليس مصادفة. يوحي الشكل الضعيف من المبدأ الإنساني بأن وجود الحياة يجبر العوامل الفيزيائية للكون على أن تحدد بدقة شديدة. لكن الشكل

القوي من المبدأ الإنساني يمضي إلى أبعد من ذلك، ليقول إن الله أو إن مصمما ما قد خلق الكون «بالشكل الصحيح تماما» لجعل الحياة ممكنة.

الفلسفة وعلم الأعصاب

يجد النقاش بين المبدأ الكوبرنيكي والمبدأ الإنساني أصداء له في علم الأعصاب. على سبيل المثال، يدّعي البعض أن من الممكن اختزال البشر إلى ذرات وجزيئات وعصبونات، وبالتالي ليس هناك موقع مميز للبشرية في الكون.

يكتب الدكتور ديفيد إيغلمان: «أنت الذي يعرفك أصدقاؤك كلهم ويحبونك، لم تكن لتوجد لو لم تكن الترانزيستورات والمسامير في دماغك في مكانها الصحيح. إذا كنت لا تعتقد ذلك، ادخل إلى أي قسم للجراحة العصبية في أي مستشفى. يمكن لعطل في أجزاء صغيرة من الدماغ أن يؤدي إلى فقد قدرات معينة، كالقدرة على تسمية الحيوانات، أو الاستماع إلى الموسيقى، أو التعامل مع موقف خطير، أو تمييز الألوان، أو اتخاذ قرارات بسيطة»[6].

يبدو أن الدماغ لا يمكنه العمل من دون «ترانزيستوراته ومساميره» كلها. يستنتج من ذلك أن «حقيقتنا تعتمد على ما تقوم به بيولوجيتنا»[7].

لذا فمن جهة يبدو أن موقعنا في الكون قد اختزل، إن أمكن اختزالنا مثل الإنساليات، إلى عزق ومسامير (بيولوجية). نحن مجرد مادة رطبة، تشغّل مادة مرنة Software يدعى العقل، لا أكثر ولا أقل. أفكارنا ورغباتنا وآمالنا وطموحاتنا يمكن اختزالها إلى مجرد نبضات كهربائية تدور في منطقة ما من القشرة أمام الجبهية. هذا هو المبدأ الكوبرنيكي كما هو مطبق على العقل.

لكن يمكن تطبيق المبدأ الإنساني أيضا على العقل، وعندها نتوصل إلى نتيجة معاكسة. إنه يقول ببساطة إن الظروف في الكون تجعل الوعي ممكنا، على رغم أنه من الصعب جدا خلق العقل من حوادث عشوائية. قال عالم الأحياء الفيكتوري العظيم توماس هكسلي: «أن ينتج شيء عظيم كالوعي من نسيج عصبي قلق هو أمر غير قابل للوصف. إنه يشبه ظهور الجني عندما يفرك علاء الدين مصباحه السحري»[8].

الأكثر من ذلك، أن معظم الفلكيين يعتقدون أنه على الرغم من أننا قد نعثر يوما ما على الحياة في كواكب أخرى، فإنه من المحتمل جدا أن تكون حياة ميكروبية، شبيهة بالحياة التي سيطرت على محيطاتنا لمليارات السنين. بدلا من رؤية مدن وإمبراطوريات عظيمة، ربما نجد فقط محيطات من المتعضيات المتنقلة.

عندما قابلت عالم الأحياء الراحل من جامعة هارفارد جي غولد بشأن هذا الموضوع، شرح لي تفكيره على النحو التالي: لو قدّر لنا بطريقة ما أن نخلق توأما للأرض كما كانت منذ 4.5 مليار سنة، فهل ستبدو كما هي الآن بعد 4.5 مليار عام؟[9]، من المحتمل جدا ألا يكون الأمر كذلك. هناك احتمال كبير ألا تظهر الدنا أو الحياة على سطح الأرض، واحتمال أكبر ألا تخرج الحياة الذكية مع الوعي من مستنقع.

كتب غولد: «الإنسان العاقل مجرد برعم صغير (على شجرة الحياة)... مع ذلك فبرعمنا، سواء أكان للأفضل أم للأسوأ، طوّر الخاصية الجديدة الأغرب في تاريخ الحياة متعددة الخلايا كلها منذ الانفجار الكامبري (منذ 500 مليون سنة). لقد اخترعنا الوعي مع عواقبه كلها، من هاملت إلى هيروشيما»[10].

في الحقيقة، هناك أوقات عديدة في تاريخ الأرض اختفت فيها الحياة الذكية تقريبا. إضافة إلى الانقراض الجماعي الذي أباد الديناصورات ومعظم أشكال الحياة على الأرض، واجه البشر حالات أخرى قريبة من الانقراض. على سبيل المثال، فالبشر جينيا قريبون جدا بعضهم من بعض إلى درجة كبيرة، وهم أقرب كثيرا من حيوانين نموذجيين من النوع نفسه. على الرغم من أن البشر يبدون متنوعين من حيث الشكل الخارجي، بيد أن جيناتنا وكيميائيتنا الداخلية متماثلة. في الحقيقة، فإن أي شخصين قريبان جدا جينيا بحيث نستطيع في الحقيقة أن نحسب رياضيا متى ولدت «حواء جينية» و«آدم جيني» الجنس البشري بأكمله. والأكثر من ذلك أننا نستطيع حساب عددنا في الماضي.

الأعداد مثيرة. يظهر علم الجينات أنه كانت هناك عدة مئات إلى عدة آلاف فقط من البشر أحياء منذ نحو سبعين ألفا إلى مائة ألف سنة مضت، وأنهم ولدوا الجنس البشري بأكمله (تقول إحدى النظريات إن الانفجار الهائل لبركان توبا في إندونيسيا منذ نحو سبعين ألف سنة خفّض درجة الحرارة كثيرا، بحيث انقرض معظم الجنس

البشري تاركا حفنة منهم فقط لتعيش في الأرض). من تلك الزمرة القليلة من البشر جاء المغامرون والمستكشفون الذين سيستعمرون في نهاية المطاف الكوكب بكامله.

في مرات عديدة متكررة من تاريخ الأرض، ربما وصلت الحياة إلى نهاية مميتة. المعجزة أننا بقينا على قيد الحياة. يمكننا أن نستنتج أيضا أنه على الرغم من أن الحياة قد توجد على كواكب أخرى، فإن الحياة الواعية يمكن أن توجد على عدد قليل منها فقط. لذا علينا أن نثمّن الوعي الموجود على الأرض. إنه الشكل الأعلى من التعقيد المعروف في الكون، وربما كان الأندر أيضا.

عندما أتأمل أحيانا مصير العنصر البشري في المستقبل، عليّ أن أتعامل مع احتمال تدمير البشرية لذاتها. على الرغم من أن الانفجارات البركانية والزلازل الأرضية يمكن أن تسبب دمار الجنس البشري، فإن أسوأ مخاوفنا قد تنجم من كوارث يسببها الإنسان، كالحروب النووية أو الجراثيم المهندسة بيولوجيا. إذا كان الأمر كذلك، فربما يفنى شكل الحياة الواعي الوحيد في هذا القسم من مجرة درب اللبانة. سيكون هذا، كما أشعر، مأساة ليس لنا فقط، ولكن للكون بأكمله. نأخذ وعينا كأمر مسلم به، لكننا لا ندرك التسلسل الطويل والملتوي من الحوادث البيولوجية التي جعلت هذا الوعي ممكنا. يكتب عالم النفس ستيفن بينكر: «أعتقد أن لا شيء يعطي الحياة هدفا أسمى من إدراك أن كل لحظة من الوعي هي بمنزلة هدية ثمينة وهشة لنا»[11].

معجزة الوعي

أخيرا، هناك انتقاد للعلم يقول إنه من أجل أن تفهم شيئا عليك أن تزيل سريته وسحره. إن العلم، بكشفه اللثام الذي يخفي أسرار العقل، يجعله أيضا عاديا وبسيطا. لكن كلما تعرفت أكثر على تعقيد الدماغ، دهشت أكثر بأن هذا الشيء الواقف على كتفيك هو الجسم الأكثر تعقيدا في الكون. وكما يقول الدكتور ديفيد إيغلمان: «ما هذه التحفة المحيرة التي هي الدماغ، وكم نحن محظوظون لنكون من جيل لديه التقنية والإرادة لتحويل اهتمامنا إليه. إنه الشيء الأغرب الذي اكتشفناه في الكون، وهو نحن»[12]، بدلا من تقليص الشعور بالدهشة، فإن معرفة الدماغ ستزيده شدة.

منذ أكثر من ألفي عام قال سقراط: «أن تعرف نفسك هي بداية الحكمة». ونحن في رحلة طويلة لتحقيق رغبته.

الملحق

وعي كوانتي

«هل نحن أسياد مصائرنا، أو هل نحن مجرد أحجار شطرنج تُحرك من الدماغ في لعبة ما؟»

على الرغم من التطورات الهائلة في مسوحات الدماغ والتقنية العالية، يدعي البعض أننا لن نفهم أبدا سر الوعي، بما أنه فوق مجال تقنيتنا المتواضعة. في الحقيقة، فالوعي بحسب رأيهم أكثر أساسية حتى من الذرات والجزيئات والعصبونات، وهو الذي يحدد طبيعة الحقيقة نفسها. بالنسبة إليهم فإن الوعي هو الوحدة الأساسية التي خلق منها العالم المادي. وللبرهان على نظريتهم، يشيرون إلى إحدى أعظم المشاكل في العلم كله، والتي تتحدى تعريفنا للحقيقة نفسها: معضلة قطة شرودينغر. حتى اليوم، ليس هناك توافق عام حول هذه المعضلة، حيث اتخذ حائزو جائزة نوبل مواقف متباعدة منها. ما هو على المحك ليس أقل من طبيعة الحقيقة نفسها، وطبيعة التفكير نفسه.

تقع معضلة قطة شرودينغر في صلب أساس ميكانيك الكم، وهو حقل يجعل الليزر ومسوحات الرنين المغناطيسي MRI، والراديو

والتلفاز والإلكترونيات الحديثة، والجي بي أس GPS، والاتصالات ممكنة، والتي يعتمد عليها الاقتصاد العالمي. إن الكثير من تنبؤات نظرية الكم اختبرت إلى دقة واحد على مائة مليار.

قضيت حياتي المهنية بكاملها أعمل في نظرية الكم. ومع ذلك أدرك أن لها رجلين من فخّار. إنه لشعور مقلق أن أعرف أن عمل حياتي كله مؤسس على نظرية بني أساسها على معضلة.

أشعل هذا النقاش من قبل الفيزيائي النمساوي إرفين شرودينغر، الذي كان أحد الآباء المؤسسين لنظرية الكم. كان يحاول تفسير التصرف الغريب للإلكترونات، والتي يبدو أن لها صفات الموجة والجسيم في الوقت ذاته. كيف يمكن لإلكترون وهو جسيم نقطي أن يكون له تصرفان متباينان؟ في بعض الأحيان تتصرف الإلكترونات كجسيمات، خالقة مسارات محددة جدا في غرفة سحب. وفي أوقات أخرى تتصرف الإلكترونات كموجات، تمر من خلال ثقوب ضئيلة، وتصنع نماذج تداخل موجية. مثل تلك على سطح بركة ماء.

في العام 1925 طرح شرودينغر معادلته الموجية الشهيرة، والتي تحمل اسمه، وتعد إحدى أعظم المعادلات في التاريخ. حققت المعادلة شهرة فورية، ونال عليها جائزة نوبل للعام 1933. وصفت معادلة شرودينغر بدقة التصرف الموجي للإلكترونات، وعند تطبيقها على ذرة الهيدروجين فسرت خصائصه الغريبة. وبشكل معجز، يمكن تطبيقها أيضا على أي ذرة، وتفسير معظم خصائص عناصر الجدول الدوري. بدا كأن الكيمياء كلها (وبالتالي البيولوجيا) ليست سوى حلول لتلك المعادلة الموجية. إلى درجة أن بعض الفيزيائيين ادعوا أن الكون بأكمله، بما في ذلك النجوم والكواكب وحتى نحن، لا شيء سوى حلول لهذه المعادلة.

لكن الفيزيائيين بعد ذلك بدأوا يطرحون سؤالا إشكاليا مازال يتردد صداه حتى اليوم: لو وصف الإلكترون بمعادلة موجية، فما الذي يموج؟

في العام 1927 اقترح فيرنر هايزنبرغ مبدأ جديدا قسم المجتمع الفيزيائي إلى نصفين. يذكر مبدأ عدم التأكد لهايزنبرغ أنه لا يمكنك معرفة موقع الإلكترون وعزمه معا بشكل مؤكد. عدم التأكد هذا ليس ناجما عن بدائية أجهزتك، لكنه كامن في الفيزياء نفسها.

لذا فالمعادلة الموجية لشرودينغر وصفت في الحقيقة إمكانية العثور على الإلكترون. لقد قضى العلماء آلاف السنين يحاولون جاهدين التخلص من عامل المصادفة، ومن الاحتمالات في أعمالهم، والآن يسمح هايزنبرغ للاحتمالات بالدخول من الباب الخلفي.

يمكن تلخيص الفلسفة الجديدة كما يلي: الإلكترون جسيم نقطي، لكن إمكانية العثور عليه تعطى بعلاقة موجية، وهذه الموجة تطيع معادلة شرودينغر، وتؤدي إلى مبدأ عدم التأكد.

انقسم المجتمع الفيزيائي إلى نصفين. على أحد الجانبين لدينا فيزيائيون مثل نيلز بوهر وفيرنر هايزنبرغ ومعظم فيزيائيي الذرة يتبنون بحماس هذه الصيغة الجديدة. وكانوا يعلنون يوميا تقريبا عن اختراقات جديدة في فهم خصائص المادة. منحت جوائز نوبل للفيزيائيين الكوانتيين كما تمنح جوائز الأوسكار. أصبح ميكانيك الكم مثل كتاب للطبخ. لا تحتاج إلى أن تكون فيزيائيا محلقا لتصنع إسهامات نجمية – عليك فقط أن تتبع وصفات ميكانيك الكم، وسوف تحقق اختراقات مذهلة.

على الطرف الآخر، أثار حاملون قدامى لجائزة نوبل مثل ألبرت آينشتاين وإرفين شرودينغر ولوي دي بروي اعتراضات فلسفية. اشتكى شرودينغر، الذي ساعد عمله في بدء هذه العملية كلها، بأنه لو كان يعلم أن معادلته سوف تدخل الاحتمالية في الفيزياء، فإنه لم يكن ليخلقها في المقام الأول.

دخل الفيزيائيون في جدل استعر لمدة ثمانين عاما، ومازال مستمرا إلى اليوم. من جهة يدعي آينشتاين أن «الإله لا يلعب النرد بالعالم». ومن جهة أخرى يرد نيلز بوهر عليه بالقول: «توقف عن إخبار الله بما عليه أن يفعل».

في العام 1935، لإسكات فيزيائيي الكم مرة وللأبد، اقترح شرودينغر معضلة قطته الشهيرة. ضع قطة في صندوق مغلق، مع قارورة من غاز سام. وضع في الصندوق كمية من اليورانيوم. ذرة اليورانيوم غير مستقرة، وتصدر جسيمات يمكن اكتشافها بعداد غايغر. يطلق العداد مطرقة تسقط لتكسر الزجاج، لينطلق الغاز السام الذي قد يقتل القطة.

كيف تصف القطة؟ سيقول فيزيائيو الكم إن ذرة اليورانيوم توصف بموجة، يمكنها أن تتخافت أو لا. لذا عليك أن تضيف الموجتين إحداهما مع الأخرى. لو أطلق اليورانيوم فستموت القطة، لذا فهذا موصّف بموجة واحدة. إن لم يطلق اليورانيوم

فستعيش القطة، وهذا موصّف أيضا بموجة. لوصف القطة عليك إذن أن تضيف موجة القطة الميتة إلى موجة القطة الحية.

هذا يعني أن القطة ليست ميتة ولا حية! فالقطة في عالم بين عالمين، بين الحياة والموت، وهو محصلة موجتين: موجة تصف قطة ميتة، وموجة تصف قطة حية.

هذا هو صلب المشكلة، والتي تردد صداها في قاعات الفيزياء لنحو قرن. لذا فكيف تحل هذه المشكلة؟ هناك ثلاثة حلول على الأقل (ومئات الاختلافات على هذه الحالات الثلاث).

الأول هو التفسير الكوبرنيي الأصلي المقترح من بوهر وهايزنبرغ، وهو المذكور في الكتب المدرسية التي تدرس حول العالم. (وهو الأول الذي أبدأ به عندما أدرس ميكانيك الكم). يقول هذا التفسير إنه كي تحدد حالة القطة عليك أن تفتح الصندوق وتأخذ قياسا. موجة القطة (والتي هي مجموع القطة الميتة والقطة الحية) «تنهار الآن» إلى موجة واحدة، بحيث يصبح معلوما الآن فيما إذا كانت القطة حية (أو ميتة). بالتالي تقرر الملاحظة وجود القطة وحالتها. لذا فعملية القياس مسؤولة عن اندماج الموجتين سحريا في موجة واحدة.

لم يتقبل آينشتاين هذا. لقرون حارب العلماء شيئا دُعي بـ«المثالية الذاتية» Subjective idealism والتي تدعي أن الأشياء لا يمكن أن توجد ما لم يكن هناك شخص يلاحظها. العقل فقط هو الحقيقة – وأما العالم المادي فهو مجرد أفكار في العقل فقط. لذا يقول المثالي الذاتي (مثل الأسقف جورج بيركلي) لو سقطت شجرة في غابة ولم يكن هناك أحد ليلحظها، فربما إنها لم تسقط أساسا. آينشتاين الذي اعتقد أن هذا كله هراء، عرض نظرية مضادة دعيت بـ «الحقيقة الموضوعية»، والتي تقول ببساطة إن الكون موجود بحالة فريدة محددة مستقلة عن أي ملاحظة بشرية. وهذا هو الإدراك السليم لمعظم الناس.

يعود مبدأ الحقيقة الموضوعية إلى إسحق نيوتن. في هذا السيناريو، تشبه الذرة والجسيمات تحت الذرية كرات فولاذية ضئيلة، توجد في نقاط محددة في المكان والزمان. ليس هناك اختلاف في تحديد موقع هذه الكرات، كما يمكن تحديد حركتها باستخدام قوانين نيوتن في الحركة. نجحت الحقيقة الموضوعية بشكل رائع في وصف حركة الكواكب والنجوم والمجرات. وباستخدام النسبية، يمكن لهذه الفكرة أن تصف

الثقوب السوداء، والكون المتمدد. لكنها تفشل في موقع ما بشكل مزرٍ، وهو داخل الذرة.

اعتقد الفيزيائيون الكلاسيكيون، مثل نيوتن وآينشتاين، أن الحقيقة الموضوعية أزالت في النهاية المثالية الذاتية من الفيزياء. لخص كاتب المقالات والتر ليبمان هذا عندما كتب: «تقع الحداثة الجذرية للعلم الحديث بالضبط في رفض الاعتقاد... بأن القوى التي تحرك النجوم والذرات مرتبطة بتفضيلات العقل البشري».

لكن ميكانيك الكم سمح بعودة نوع جديد من المثالية الذاتية إلى الفيزياء. في هذه الصورة، يمكن للشجرة قبل أن تلاحظها أن توجد في أي حالة ممكنة من هذه الحالات (أي شتلة، محروقة، نشارة، نكاشات أسنان، مهترئة). لكنك عندما تنظر إليها تنهار الموجة فجأة، وتبدو كشجرة. تحدث المثاليون الذاتيون الأصليون حول أشجار تكون ساقطة أم لا. أما شخصانيو فيزياء الكم الجدد فإنهم يدخلون الحالات الممكنة للشجرة كلها.

كان هذا كثيرا جدا بالنسبة إلى آينشتاين. كان يسأل ضيوفه في بيته: «هل يوجد القمر لأن فأرا ينظر إليه؟» بالنسبة إلى فيزيائي الكم، فالجواب بمعنى ما هو نعم.

تحدى آينشتاين وزملاؤه بوهر بالسؤال: كيف يمكن للعالم الميكروي الكمي (بقطط ميتة وحية في الوقت نفسه) أن يتعايش مع عالم الإدراك السليم الذي نراه حولنا؟ كان الجواب بأن هناك «جدارا» يفصل عالمنا عن العالم الذري. على إحدى جهتي الجدار يحكم الإدراك السليم. وعلى الجهة الأخرى من الجدار، تحكم نظرية الكم. يمكنك إزاحة الجدار لو أردت وستبقى النتائج نفسها.

مهما بدا التفسير غريبا فإنه درس لثمانين عاما من قبل فيزيائيي الكم. في وقت أحدث كانت هناك بعض الشكوك حول تفسير كوبنهاغن(*) . لدينا اليوم التقنية النانوية، والتي نستطيع بواسطتها التحكم في الذرات المفردة كما نشاء. على شاشة مجهر نفقي ماسح، تبدو الذرات مثل كرات تنس غائمة. (سنحت لي الفرصة أن أسافر إلى مختبر ألمادن لشركة IBM في سان خوسيه في كاليفورنيا لمصلحة تلفزيون ال بي.بي. سي، وأن أدفع الذرات المفردة بمجس صغير بالفعل. من الممكن الآن اللعب بالذرات، التي اعتقد فيما مضى أنها صغيرة جدا بحيث لا يمكن رؤيتها).

(*) تفسير كوبنهاغن هو ما وضعه نيلز بوهر وفيرنر هايزنبرغ وآخرون في السنوات من 1925 إلى 1927 لشرح ميكانيكا الكم. [المحرر].

كما ناقشنا، يتجه عصر السيليكون ببطء نحو نهايته، ويعتقد البعض أن الترانزيستورات الجزيئية ستحل محل الترانزيستورات السيليكونية. إذا كان الأمر كذلك، فإن المشاكل المحيرة لنظرية الكم ستقع في قلب كل حاسوب في المستقبل. ربما يعتمد اقتصاد العالم في النهاية على هذه المشاكل المعقدة.

الوعي الكوني والأكوان المتعددة

هناك تفسيران متبادلان لمعضلة القطة يأخذاننا إلى أغرب مجالات العلم: مجال الإله، ومجال الأكوان المتعددة.

صيغ الحل الثاني لمعضلة القطة في العام 1967 من قبل حامل جائزة نوبل يوجين ويغنر الذي كان عمله محوريا في وضع أساس ميكانيك الكم، وفي صنع القنبلة الذرية. قال ويغنر إن الشخص الواعي فقط يمكنه مراقبة انهيار الدالة الموجية. لكن من يقول إن هذا الشخص موجود؟ لا يمكنك فصل المراقب عن المراقب، لذا ربما كان هذا الشخص إما حيا وإما ميتا أيضا. بعبارة أخرى، لا بد أن تكون هناك دالة موجية جديدة تتضمن القطة والمراقب كليهما. للتأكد من أن المراقب حي، تحتاج إلى مراقب ثانٍ ليراقب المراقب الأول. هذا المراقب الثاني يدعى «صديق ويغنر»، وهو ضروري لمراقبة المراقب الأول، بحيث تنهار الموجات كلها. لكن كيف لنا أن نعلم أن المراقب الثاني حي؟ يجب أن يضمن المراقب الثاني ضمن دالة موجية أكبر للتأكد أنه حي، ولكن هذا يمكن أن يستمر إلى ما لا نهاية. بما أنك تحتاج إلى عدد لانهائي من «أصدقاء ويغنر» لهدم الدالة الموجية السابقة للتأكد من أنهم كلهم أحياء، تحتاج إلى شكل من «وعي كوني» أو إلى إله.

استنتج ويغنر «ليس من الممكن صياغة قوانين (نظرية ميكانيك الكم) بطريقة متسقة تماما من دون الإشارة إلى الوعي». وفي نهاية حياته، أصبح مهتما حتى بفلسفة الفيدانتا الهندوسية.

في هذه المقاربة، هناك إله أو وعي خالد يراقبنا، ويهدم دالات موجاتنا، بحيث يمكننا القول إننا أحياء. هذا التفسير يعطي النتائج الفيزيائية نفسها التي يعطيها تفسير كوبنهاغن، لذا لا يمكن نقض هذه النظرية. لكن الفكرة هي أن الوعي هو الكيان الأساسي في الكون، وهو أكثر أساسية حتى من الذرات. يمكن للعالم المادي أن يأتي ويذهب، لكن

الوعي يبقى العنصر المحدد، وهذا يعني بمعنى ما أن الوعي هو الذي يخلق الحقيقة. وجود الذرات نفسها التي نراها حولنا مبني على قدرتنا على رؤيتها ولمسها.

(عند هذه النقطة، من المهم ملاحظة أن بعض الناس يعتقدون بما أن الوعي يقرر الوجود، لذا يمكن للوعي أن يتحكم في الوجود، ربما عن طريق التأمل meditation. يعتقدون أننا نستطيع خلق الحقيقة كما نشاء. هذا التفكير على الرغم من جاذبيته يناقض ميكانيك الكم. في ميكانيك الكم يقوم الوعي بالملاحظات، وبالتالي يقرر حالة الحقيقة، لكن الوعي لا يمكنه الاختيار مسبقا أي حالة من الحقيقة توجد فعلا. ميكانيك الكم يسمح لك فقط بأن تحدد فرصة العثور على حالة واحدة، لكنه لا يسمح لنا بلي الحقيقة وفق رغباتنا. على سبيل المثال، في لعبة البوكر من الممكن أن نحسب رياضيا فرص الحصول على الفلاش الملكي Royal flush (*) . لكن هذا لا يعني أن في إمكانك التحكم في الأوراق للحصول عليه. لا يمكنك التقاط أكوان واختيارها، كما أننا لا نمتلك التحكم فيما إذا كانت القطة حية أم ميتة).

الأكوان المتعددة

الطريقة الثالثة لحل المعضلة هي تفسير إيفيريت أو العوالم المتعددة، والذي اقترح في العام 1957 من قبل هيو إيفيريت. إنها النظرية الأغرب على الإطلاق. تقول إن الكون ينقسم باستمرار إلى كون متعدد أو إلى أكوان متعددة. في أحد الأكوان لدينا قطة ميتة. في كون آخر، لدينا قطة حية. يمكن تلخيص هذه المقاربة كما يلي: لا تنهار الدالات الموجية أبدا، إنها تنقسم فقط. تختلف نظرية الأكوان المتعددة لإيفيريت عن تفسير كوبنهاغن في إسقاط الافتراض الأخير فقط: انهيار الدالة الموجية. بمعنى ما، إنها الصيغة الأبسط لنظرية ميكانيك الكم، لكنها الأكثر إزعاجا أيضا.

هناك عواقب عميقة لهذه المقاربة الثالثة. هي تعني أن أي أكوان ممكنة يمكن لها أن توجد، حتى تلك التي تبدو غريبة، ومستحيلة ظاهريا. (لكن كلما كان الكون أكثر غرابة قلت احتمالية وجوده).

هذا يعني أن الناس الذين توفوا في عالمنا لايزالون أحياء في عالم آخر. وهؤلاء الناس الموتى يصرون على أن عالمهم هو العالم الحقيقي، وأن عالمنا

(*) الفلاش الملكي هو الحصول على أوراق البوكر مسلسلة من ♦10 ♦J ♦Q ♦K ♦A. [المترجم].

(الذين هم موتى فيه) هو العالم الزائف. لكن لو كانت هذه «الأشباح» للناس الميتين مازالت حية في مكان ما، إذن لماذا لا نستطيع الالتقاء بهم؟ لماذا لا يمكننا لمس تلك العوالم المتوازية؟ (على رغم غرابته الظاهرية، فإن الفيس (*) مازال حيا في أحد هذه الأكوان وفق هذه المقاربة).

ما هو أكثر من ذلك، قد تكون بعض هذه الأكوان ميتة، من دون أي حياة، لكن الأكوان الأخرى قد تبدو مثل كوننا تماما، ما عدا فارقا رئيسا واحدا. على سبيل المثال، اصطدام شعاع كوني واحد هو حادثة كوانتية ضئيلة. لكن ما الذي يحدث إذا مر هذا الشعاع الكوني خلال أم أدولف هتلر، ومات المولود هتلر في عملية الإجهاض؟ عندها فإن حادثة كوانتية ضئيلة، وهي اصطدام شعاع كوني واحد، تسبب انقسام الكون إلى نصفين. في أحد العوالم لم تحدث الحرب العالمية الثانية على الإطلاق، ولم يستوجب موت ستين مليون إنسان. في عالم آخر لدينا التأثيرات المخربة للحرب العالمية الثانية. ينمو هذان الكونان ليكونا بعيدين أحدهما عن الآخر، لكنهما فصلا في البداية بسبب حادثة كوانتية ضئيلة.

استكشفت هذه الظاهرة من قبل كاتب قصص الخيال العلمي فيليب كي. ديك في روايته «الرجل في البرج العالي» The Man in the High Tower، حيث يفتح عالم مواز جراء حادث بسيط: رصاصة أطلقت على فرانكلين روزفلت، الذي يقتل من قبل مغتال. هذه الحادثة المحورية تعني أن الولايات المتحدة لم تكن مستعدة للحرب العالمية الثانية، وأن النازيين واليابانيين سينتصرون، وفي النهاية سيقسمون الولايات المتحدة نفسها.

لكن فيما إذا كانت الرصاصة أطلقت أم لا يعتمد بدوره على ما إذا كانت شرارة ضئيلة قد أشعلت في البارود، والذي يعتمد بدوره على تفاعلات جزيئية معقدة تشمل حركات الإلكترونات. لذا ربما حددت التذبذبات الكوانتية في البارود ما إذا كانت الرصاصة قد أُطلقت أم لا، والذي حدد بدوره ما إذا كان الحلفاء أو النازيون سينتصرون في الحرب العالمية الثانية.

لذا ليس هناك «جدار» يفصل بين العالم الكوانتي والعالم الماكروي. يمكن لخصائص نظرية الكم الغريبة أن تتسرب إلى عالمنا «المعقول». هذه الدالات الموجية

(*) ألفيس بريسلي، ملك الروك آند رول الشهير. [المترجم].

لا تنهار أبدا – إنها تنقسم باستمرار إلى حقائق متوازية. لا يتوقف خلق الأكوان البديلة أبدا. إن معضلات العالم الميكروي (أي أن تكون ميتا وحيا في الوقت ذاته، وأن تكون في مكانين منفصلين في الوقت ذاته، وأن تختفي ثم تظهر في مكان آخر) تدخل الآن إلى عالمنا الماكروي أيضا.

لكن لو كانت الدالة الموجية تنقسم باستمرار خالقة أكوانا جديدة تماما خلال العملية، إذن لماذا لا نستطيع زيارتها؟

يقارن حامل جائزة نوبل ستيفن واينبرغ بين هذا السؤال والاستماع إلى المذياع في غرفة الجلوس. هناك مئات الموجات الراديوية التي تملأ غرفتك في الوقت ذاته من جميع أرجاء العالم، لكن مفتاح المذياع الخاص بك منغّم على تردد واحد فقط. بعبارة أخرى، لقد «انفصل» مذياعك عن المحطات الأخرى كلها. (التناغم هو عندما تهتز الأمواج كلها بنسق واحد، كما في الشعاع الليزري. أما الانفصال فهو عندما تبدأ هذه الأمواج بالخروج من الطور بحيث لا تهتز بنسق واحد) هذه الترددات الأخرى كلها موجودة، لكن مذياعك لا يستطيع التقاطها لأنها لم تعد تهتز بالتردد نفسه. لقد انفصلت، أي خرجت، عن نطاق ترددنا.

بالطريقة نفسها فقد انفصلت الدالة الموجية للقطة الميتة والقطة الحية مع مرور الزمن. العواقب لهذه الفكرة مذهلة. في غرفة جلوسك تتعايش مع أمواج لديناصورات وقراصنة وغرباء من الفضاء ووحوش. مع ذلك فأنت لحسن الحظ غير واعٍ بأنك تشارك الفضاء نفسه مع هؤلاء المقيمين من الفضاء الكوانتي، لأن ذراتك لم تعد تهتز بتناسق مع الذرات الأخرى. لا توجد هذه العوالم المتوازية في أرض نائية عنك. إنها موجودة في غرفة جلوسك.

يدعى الدخول في أحد هذه العوالم المتوازية بـ «القفز الكوانتي» أو «التزحلق» وهو تعبير مفضل في قصص الخيال العلمي. للدخول في كون موازٍ، عليك أن تقوم بقفزة كوانتية. (كان هناك مسلسل تلفزيوني يدعى «المتزحلقون» **Sliders**، حيث يتزحلق الناس بين الأكوان المتوازية جيئةً وذهابا. بدأ المسلسل عندما قرأ صبي كتابا. كان الكتاب في الواقع هو كتابي «الفضاء الفائق» **Hyperspace**، لكنني لست مسؤولا عن الفيزياء وراء هذا المسلسل).

في الحقيقة، ليس من السهل القفز بين الأكوان. إحدى المسائل التي نطرحها عادة على طلاب الدكتوراه هي حساب إمكانية القفز خلال جدار قرميدي والوصول

إلى الطرف الآخر. النتيجة المنطقية: عليك أن تنتظر فترة أطول من حياة الكون لتقفز أو تتزحلق عبر جدار قرميدي.

النظر في المرآة

عندما أنظر إلى نفسي في المرآة، لا أرى نفسي كما أنا حقا. أولا أرى نفسي منذ نحو واحدة من مليار ثانية مضت، لأن هذا هو الزمن الذي يستغرقه شعاع الضوء ليترك وجهي، ويرتطم بالمرآة، ثم يدخل إلى عيني. ثانيا، الصورة التي أراها هي حقا متوسط مليارات المليارات من الدالات الموجية. هذا المتوسط بالتأكيد يماثل صورتي، لكنه ليس الأصل نفسه. حولي هناك صور متعددة لي تنتشر في الاتجاهات كلها. أنا محاط باستمرار بأكوان بديلة تتفرع دوما إلى عوالم مختلفة، لكن احتمال الانزلاق بينها ضئيل جدا، بحيث إن ميكانيك نيوتن يبدو صحيحا.

عند هذه النقطة يسأل بعض الناس السؤال التالي: لماذا لا يُجري العلماء ببساطة تجربة لتحديد التفسير الصحيح؟ لو أجرينا تجربة على إلكترون، فالتفسيرات الثلاثة جميعها ستعطي النتيجة نفسها. لذا فهذه كلها تفسيرات جادة وصحيحة لميكانيك الكم، بالنظرية الكوانتية نفسها المؤسسة له. الاختلاف هو في كيفية تفسير النتائج.

ربما سيظل الفيزيائيون والفلاسفة يناقشون هذا السؤال إلى مئات السنين في المستقبل من دون الوصول إلى اتفاق، لأن التفسيرات الثلاثة جميعها تعطي النتائج الفيزيائية نفسها. لكن ربما كانت هناك طريقة واحدة يمكن للنقاش الفلسفي بواسطتها أن يلامس الدماغ، وهي سؤال الإرادة الحرة، التي بدورها تؤثر في الأسس الأخلاقية للمجتمع البشري.

الإرادة الحرة

حضارتنا كلها مبنية على فكرة الإرادة الحرة، التي تؤثر في فكرة الثواب والعقاب، والمسؤولية الشخصية. لكن هل الإرادة الحرة موجودة فعلا؟ أم هل هي طريقة ذكية لتحقيق ترابط المجتمع على الرغم من أنها تخالف المبادئ العلمية؟ يمضي الجدل إلى لب ميكانيك الكم نفسه.

من المضمون القول إن عددا متزايدا من علماء الأعصاب وصل تدريجيا إلى

الاستنتاج بأن الإرادة الحرة غير موجودة، على الأقل ليس بالمعنى المألوف. إذا أمكن ربط بعض التصرفات الغريبة بأعطال معينة في الدماغ، فالشخص غير مسؤول علميا عن الجرائم التي قد يرتكبها. قد يكون من الخطر تركه يمشي في الطرقات، ويجب حبسه في مؤسسة من نوع ما، لكن معاقبته بسبب ضربة أو ورم في دماغه أمر خاطئ كما يقولون. ما يحتاجه ذلك الشخص هو المساعدة الطبية، أو العلاج النفسي. ربما أمكن علاج العطل الدماغي (بإزالة الورم على سبيل المثال) ويمكن للشخص بعدها أن يصبح عضوا فعالا في المجتمع.

على سبيل المثال، عندما قابلت الدكتور سيمون بارون كوهين، وهو عالم نفس في جامعة كامبريدج، أخبرني أن العديدين (لكن ليس الجميع) من القتلة السفاحين لديهم خلل دماغي[1]. تظهر مسوحات أدمغتهم أنهم يفتقرون إلى التعاطف عندما يرون شخصا آخر يتألم، وربما يسرون في الحقيقة بمشاهدة هذا التألم (في هؤلاء الأفراد تلمع اللوزة الدماغية والنواة المتكئة، وهما مركزا السرور عندما يرون فيلما لأناس يتألمون).

الاستنتاج الذي يمكن لبعض الناس الوصول إليه من هذا هو أن هؤلاء الناس ليسوا مسؤولين حقا عن أفعالهم الشنيعة، على الرغم من أنه يجب فصلهم عن المجتمع. هم يحتاجون إلى المساعدة وليس إلى العقاب، نظرا إلى وجود مشكلة في أدمغتهم. بمعنى ما، ربما لا يتصرفون بإرادتهم الحرة عندما يقترفون جرائمهم.

تلقي تجربة قام بها الدكتور بنجامين ليبيت في العام 1985 الشك في وجود الإرادة الحرة أساسا. دعنا نقُل إنك تطلب من أشخاص أن يراقبوا ساعة، ثم تسجل بالضبط متى يقررون تحريك إصبع. باستخدام مسوحات EEG يمكن للمرء أن يكتشف بالضبط متى يتوصل الدماغ إلى هذا القرار. عندما تقارن الوقتين، ستجد عدم تطابق. تظهر مسوحات EEG أن الدماغ اتخذ بالفعل القرار قبل نحو ثلاثمائة ميللي ثانية من إدراك الشخص له.

هذا يعني أن الإرادة الحرة بمعنى ما، زائفة. فالدماغ يتخذ القرارات مسبقا، من دون مدخل الوعي، ثم يحاول الدماغ بعد ذلك أن يغطّي ذلك بالادعاء بأن القرار حصل بالوعي. يستنتج الدكتور مايكل سويني «اقترحت نتائج ليبيت أن الدماغ يعلم ما سيقرر شخص قبل أن ينفذه... على العالم أن يعيد تقييم ليس فكرة الحركات المنقسمة بين الإرادية واللاإرادية، لكن أيضا فكرة الإرادة الحرة ذاتها»[2].

يشير هذا كله إلى أن الإرادة الحرة، وهي حجر الزاوية في المجتمع، هي اختراع ووهم خلق من قبل نصف الدماغ الأيسر. لذا، هل نحن أسياد مصائرنا، أو هل نحن مجرد أحجار شطرنج نتحرك من الدماغ في لعبة ما؟ هناك طرق عدة لمقاربة هذا السؤال الصعب. تذهب الإرادة الحرة ضد فلسفة تدعى الحتمية، التي تقول ببساطة إن حوادث المستقبل كلها محددة بقوانين الفيزياء. وفق نيوتن نفسه، فالعالم نوع من ساعة، تدق باستمرار منذ بدء الخلق وتطيع قوانين الحركة. وبالتالي فالأحداث كلها يمكن التنبؤ بها.

السؤال هو: هل نحن جزء من هذه الساعة؟ وهل أفعالنا كلها مقررة مسبقا؟ لهذه الأسئلة عواقب فلسفية ودينية. على سبيل المثال، تعتنق معظم الديانات نوعا من الحتمية والمصير المسبق. بما أن الله كلي القدرة والحضور والعلم فهو يعلم المستقبل وبالتالي فالمستقبل محدد سلفا. هو يعلم حتى قبل أن تولد فيما إذا كنت ستذهب إلى الجنة أم إلى النار.

انقسمت الكنيسة الكاثوليكية إلى قسمين بناء على هذا السؤال ذاته خلال الثورة البروتستانتية. وفق العقيدة الكاثوليكية في ذلك الوقت، يمكن للمرء أن يغيّر مصيره النهائي بفعل الخير، عادة بتقديم منح مالية سخية إلى الكنيسة. بعبارة أخرى، يمكن تغيير الحتمية وفق حجم محفظة نقودك. أشار مارتن لوثر بصورة خاصة إلى فساد الكنيسة في بخصوص التبرعات عندما ألصق ورقته المؤلفة من 96 موضوعا على باب كنيسة العام 1517 مطلقا الإصلاح البروتستانتي. كان هذا أحد الأسباب الرئيسة لانقسام الكنيسة، مسببا ضحايا بالملايين، ومدمرا مناطق شاسعة من أوروبا.

لكن بعد العام 1925 أدخل مبدأ عدم التأكد إلى الفيزياء عن طريق ميكانيك الكم. وفجأة أصبح كل شيء غير مؤكد، كل ما يمكنك حسابه هو مجرد احتمالات. بهذا المعنى ربما توجد الإرادة الحرة، وهي صورة لميكانيك الكم. لذا يدّعي البعض أن النظرية الكوانتية تعيد تأسيس فكرة الإرادة الحرة. لكن الحتميين ردوا على ذلك مدعين أن التأثيرات الكوانتية صغيرة جدا (على مستوى الذرات)، وهي صغيرة جدا لتعبر عن الإرادة الحرة لكائنات بشرية ضخمة.

الوضع اليوم مختلط حقا. ربما كان السؤال «هل توجد إرادة حرة؟» مثل السؤال «ما هي الحياة؟»، جعل اكتشاف الدنا السؤال عن الحياة باطلا. نحن نعلم الآن أن

للسؤال طبقات وتعقيدات كثيرة. ربما ينطبق الشيء نفسه على الإرادة الحرة، وهناك أنواع عدة منها.

إذا كان الأمر كذلك، يصبح تعريف «الإرادة الحرة» نفسه غير مؤكد. على سبيل المثال فإن إحدى الطرق لتعريف الإرادة الحرة هي السؤال فيما إذا كان بالإمكان التنبؤ بالتصرف. إذا وجدت الإرادة الحرة عندها لا يمكن تحديد التصرف مسبقا. دعنا نقُل إنك تشاهد فيلما، على سبيل المثال. العقدة محددة تماما ولا وجود لإرادة حرة على الإطلاق. لذا فالفيلم قابل للتنبؤ تماما. لكن عالمنا لا يمكن أن يكون فيلما لسببين: الأول هو نظرية الكم، كما رأينا. يمثل الفيلم خطا زمنيا واحدا فقط. السبب الثاني هو نظرية الشواش. على رغم أن الفيزياء الكلاسيكية تقول إن حركات الذرات كلها محددة مسبقا، ويمكن التنبؤ بها، فإنه من المستحيل عمليا التنبؤ بحركاتها، لأن هناك عددا كبيرا منها. يمكن لأدنى اضطراب لذرة مفردة أن يحدث تأثيرا تموجيا يمكن أن يستمر ليخلق اضطرابات هائلة.

فكّر في الطقس. من حيث المبدأ، لو علمت تصرف كل ذرة في الهواء، يمكنك التنبؤ بالطقس بعد قرن من الآن لو كان لديك حاسوب ضخم. لكن هذا مستحيل عمليا. بعد ساعات قليلة فقط، يصبح الطقس مضطربا ومعقدا جدا بحيث يصبح أي تمثيل حاسوبي بلا فائدة.

يخلق هذا ما ندعوه «تأثير الفراشة» الذي يعني أن مجرد اضطراب أجنحة فراشة يمكنه أن يسبب موجات صغيرة في الجو تنمو ويمكن بدورها أن تتضخم إلى عاصفة. لذا إذا كان من الممكن لرفرفة أجنحة فراشة أن تخلق عاصفة، فإن الأمل بالتنبؤ بالطقس بدقة أمر بعيد المنال.

دعنا نعُد إلى تجربة التفكير التي وصفها لي ستيفن جي غولد. طلب مني أن أتخيل الأرض منذ 4.5 مليار سنة، عندما ولدت. تصور الآن أن باستطاعتك بطريقة ما خلق نسخة مطابقة عن الأرض، وأن تتركها تتطور. هل سنبقى هنا على هذه الأرض المختلفة بعد 4.5 مليار سنة؟

يمكن للمرء أن يتصور بسهولة، بسبب التأثيرات الكوانتية أو الطبيعة العشوائية للطقس والمحيطات، أن البشرية لن تتطور إلى الكائنات نفسها بالضبط على هذه النسخة من الأرض. لذا يبدو في النهاية أن مزيجا من عدم التأكد والفوضى يجعل عالما محتما تماما أمرا غير ممكن.

العقل الكوانتي

يؤثر هذا النقاش أيضا في الهندسة العكسية للدماغ. إذا كان باستطاعتك هندسة دماغ مصنع من ترانزيستورات عكسيا، فإن هذا النجاح يعني أن الدماغ حتمي وقابل للتنبؤ. اسأله أي سؤال وسيعيد الجواب نفسه تماما. الحاسبات حتمية بهذه الطريقة، لأنها تعطي دوما الجواب نفسه عن أي سؤال.

لذا يبدو أن لدينا مشكلة. من جهة، تدعي ميكانيكا الكم ونظرية الشواش أن الكون غير قابل للتنبؤ، وبالتالي يبدو أن الإرادة الحرة موجودة. لكن دماغا مهندسا بطريقة عكسية مصنوعا من ترانزيستورات سيكون بالتعريف قابلا للتنبؤ. بما أن الدماغ المهندس عكسيا مطابق نظريا للدماغ الحي، لذا فالعقل البشري حتمي أيضا، وليست هناك إرادة حرة. من الواضح أن هذا يناقض المقولة الأولى.

تدّعي أقلية من العلماء أنك لن تستطيع مطلقا هندسة الدماغ عكسيا، أو حتى خلق آلة تفكر بحق، بسبب النظرية الكوانتية. الدماغ، كما يحاججون، جهاز كوانتي، وليس مجرد مجموعة من الترانزيستورات. بالتالي فمصير هذا المشروع هو الفشل المحتم. في هذا المعسكر الفيزيائي يوجد روجر بنروز من جامعة أكسفورد، العلامة في نظرية النسبية لآينشتاين، وهو يدّعي أن العمليات الكوانتية ربما هي المسؤولة عن وعي الدماغ البشري. يبدأ بنروز بالقول إن الرياضي كرت غودل برهن أن علم الحساب غير تام، أي أن هناك مقولات صحيحة في الرياضيات لا يمكن البرهنة عليها باستخدام بديهيات الحساب. بالمثل، ليست الرياضيات فقط غير تامة، لكن الفيزياء أيضا. يختتم بالقول إن الدماغ أساسا جهاز ميكانيكي كوانتي، وأن هناك مشاكل لا يمكن لأي آلة أن تحلها بسبب نظرية غودل في عدم الاكتمال. لكن البشر يمكنهم حل هذه المعضلات باستخدام البديهة.

بالمثل فإن الدماغ المهندس عكسيا مهما بلغت درجة تعقيده مازال مجموعة من الترانزيستورات والأسلاك. في مثل هذا النظام الحتمي، يمكنك أن تتنبأ بدقة بتصرفه المستقبلي لأن قوانين الحركة معروفة جيدا. في النظام الكوانتي مع ذلك فإن النظام غير قابل للتنبؤ ضمنيا. كل ما يمكنك حسابه هو احتمال أن شيئا ما سيحدث، بسبب مبدأ عدم التأكد.

إذا تبين أن الدماغ المهندس عكسيا لا يمكنه إعادة إنتاج التصرف البشري، فربما يضطر العلماء إلى الاعتراف بأن هناك قوى لا يمكن التنبؤ بها تعمل (أي تأثيرات

كوانتية داخل الدماغ). يحاجج الدكتور بنروز بأن هناك داخل العصبون بنى ضئيلة، تدعى أنابيب ميكروية، تسيطر فيها العمليات الكوانتية.

لا يوجد في الوقت الحاضر إجماع بشأن هذه المسألة. بالحكم على ردود الفعل على فكرة بنروز عندما اقترحت لأول مرة، من المضمون القول إن معظم المجتمع العلمي يشك في مقاربته. لكن العلم ليس سباقا على الشعبية، لكنه بدلا من ذلك يتقدم من خلال نظريات قابلة للاختبار والتكرار والتخطئة.

من جهتي أعتقد أن الترانزيستورات لا يمكنها أن تنمذج تصرفات العصبونات كلها، والتي تقوم بحسابات رقمية ومماثلة. نعلم أن العصبونات متشابكة جدا. يمكنها أن تسرب وتخطئ في الإطلاق وتشيخ وتموت، وهي حساسة للبيئة. بالنسبة إلي يقترح هذا أن مجموعة من الترانزيستورات يمكنها فقط أن تنمذج بشكل تقريبي تصرف العصبونات. على سبيل المثال، رأينا سابقا عند مناقشة فيزياء الدماغ أنه لو أصبح محور العصبون أنحف، فإنه سيبدأ بالتسريب، ولن يقوم أيضا بالتفاعلات الكيميائية بشكل جيد. بعض هذا التسرب وعدم الإطلاق سينجم عن التأثيرات الكوانتية. ومع تخيلك لعصبونات أنحف وأكثف وأسرع تصبح التأثيرات الكوانتية أكثر وضوحا. هذا يعني أنه حتى بالنسبة إلى عصبونات عادية، هناك مشاكل تسرب وعدم استقرار، وهذه المشاكل موجودة بالميكانيكا الكلاسيكي وبميكانيكا الكم.

في الختام، فإن الإنسالي المهندس عكسيا سيعطي تقريبا جيدا لكنه ليس تاما للعقل البشري، وأعتقد أن من الممكن خلق إنسالي حتمي من الترانزيستورات يعطي مظهر الوعي، لكنه سيكون من دون أي إرادة حرة. سوف يجتاز اختبار تورنغ. لكنني أعتقد أنه ستكون هناك اختلافات بين مثل هذا الإنسالي والبشر بسبب تلك التأثيرات الكوانتية الصغيرة.

في النهاية، أعتقد ربما وجود إرادة حرة، لكنها ليست الإرادة الحرة التي يتصورها فرديون صارمون يدّعون أنهم أسياد كاملون لمصائرهم. يتأثر الدماغ بآلاف العوامل من اللاوعي، والتي تهيئنا لاتخاذ خيارات معينة قبل وقتها، حتى لو اعتقدنا أننا قمنا بها بأنفسنا. لا يعني هذا بالضرورة أننا ممثلون في فيلم يمكن إعادته في أي وقت. فنهاية الفيلم لم تكتب بعد، لذا فالحتمية الصارمة حطّمت بمزيج معقد من التأثيرات الكوانتية ونظرية الشواش. في النهاية، لانزال أسياد مصائرنا.

الهوامش

المقدمة

(1) لمعرفة هذا، عرّف «التعقيد» بكم المعلومات الكلية التي يمكن تخزينها. ربما كان أقرب منافس للدماغ البشري هي كم المعلومات التي يمكن تخزينها ضمن الدنا، هناك نحو ثلاثة ملايين زوج قاعدي في دنا البشر، يحتوي كل منها على أحد الحموض النووية الأربعة المسماة A,T,C,G. لذا فكمية المعلومات الكلية التي يمكن تخزينها في الدنا هي أربعة مرفوعة للأس ثلاث مليارات. لكن يمكن للعقل أن يخزن معلومات أكثر من ذلك بكثير في عصبوناته البالغ عددها مائة مليار، والتي يمكنها أن تطلق أو لا تطلق. بالتالي هناك اثنان مرفوعة للأس مائة مليار حالة أولية ممكنة للعقل البشري. لكن بينما يكون الدنا ساكنا، فإن حالات الدماغ تتغير كل عدة أجزاء بالألف من الثانية. قد تحتوي الفكرة البسيطة على مائة إطلاق عصبي. لذا هناك اثنان مرفوعة للأس مائة مليار، وهي مرفوعة بالتالي للأس مائة فكرة ممكنة في مائة توليد لإطلاق. لكن أدمغتنا تطلق باستمرار، ليلا ونهارا، وهي تحسب من دون توقف. لذا فالعدد الكلي للأفكار الممكنة ضمن توليد N هو اثنان مرفوعة للأس مائة مليار، مرفوعة كلها للأس N، وهو رقم فلكي حقا. لذا فكمية المعلومات التي يمكننا تخزينها في أدمغتنا تتجاوز بكثير المعلومات التي يمكن تخزينها ضمن الدنا وبفارق كبير. إنها في الحقيقة أكبر كم من المعلومات التي يمكننا تخزينها ضمن نظامنا الشمسي، وربما في منطقتنا من مجرة درب التبانة.

(2) Boleyn-Fitzgerald, p. 89.

(3) Boleyn-Fitzgerald, p. 137.

الفصل 1

(1) See Sweeney, pp. 207–8.

(2) Carter, p. 24.

(3) Horstman, p. 87.

(4) Carter, p. 28.

(5) New York Times, April 10, 2013, p. 1.

(6) Carter, p. 83.

(7) مقابلة مع الدكتور مينسكي لحلقات تلفاز الـ « بي. بي. سي» رؤى مستقبلية، في فبراير 2007. وأيضا مقابلة لبرنامج «ساينس فانتاستيك» الذي بث على إذاعة راديو ناشيونال في نوفمبر 2009.

(8) مقابلة مع الدكتور بينكر في سبتمبر 2003 لبرنامج «استكشاف» الذي بث على إذاعة «راديو ناشيونال».

(9) Pinker, "The Riddle of Knowing You're Here," inYour Brain: A User's Guide New York: Time Inc. Specials, 2011.

(10) Boleyn-Fitzgerald, p. 111.

(11) Carter, p. 52.

(12) مقابلة مع الدكتور مايكل غازانيكا في سبتمبر العام 2012 لبرنامج «علم رائع» الذي بث على إذاعة «راديو ناشيونال».

(13) Carter, p. 53.

(14) Boleyn-Fitzgerald, p. 119.

(15) مقابلة مع الدكتور ديفيد إيغلمان في مايو من العام 2012 لبرنامج «علم رائع» الذي بث على إذاعة «راديو ناشيونال».

(16) Eagleman, p. 63.

(17) Eagleman, p. 43.

الفصل 2

(1) Pinker, How the Mind Works, pp. 561–65.

(2) Biological Bulletin 215, no. 3 (December 2008): 216.

(3) يمكن حساب المستوى 2 من الوعي بتسجيل العدد الكلي لدارات التغذية الراجعة عندما يتفاعل حيوان مع حيوانات أخرى من فصيلته. وكتخمين أولي يمكن تقدير المستوى 2 من الوعي بضرب عدد الحيوانات الأخرى في القطيع بالعدد الكلي للعواطف أو الإشارات التي يستخدمها حيون للتواصل مع الحيوانات الأخرى. لكن هناك محاذير لهذا التصنيف لأنه مجرد تخمين أولي.

والأكثر من ذلك، عندما تلد إناث القطط البرية أعدادا من الهررة التي يجب أن تغذى ويعتنى بها، فإن عدد التفاعلات الاجتماعية يزداد نتيجة لذلك. لذا حتى بالنسبة إلى حيوانات الصيد المنفرد فإن عدد الأفراد التي تتفاعل معها من الصنف نفسه ليس متماثلا، ويمكن للعدد الكلي من دارات التغذية الراجعة أن يكون كبيرا جدا. وأيضا إذا انخفض عدد الذئاب في قطيع ما، فإن المستوى 2 من الوعي يتناقص بالمثل. ولأخذ هذا بعين الاعتبارعلينا أن ندخل فكرة متوسط مشترك بين جميع أفراد القطيع للمستوى 2 من الوعي إضافة إلى مستوى 2 من الوعي خاص بكل فرد من أفراد القطيع.
لا يتغير متوسط المستوى 2 من الوعي لصنف ما إذا نقص عدد أفراد القطيع، لأنه مشترك لكل القطيع، لكن المستوى 2 من الوعي الخاص بكل فرد يتغير (لأنه يقيس النشاط العقلي والوعي).
وعند تطبيق هذا على الجنس البشري يجب أن يأخذ متوسط المستوى 2 من الوعي بعين الاعتبار رقم دونبار Dunbar البالغ 150، والذي يمثل تقريبا عدد الناس في مجموعتنا الاجتماعية الذين يمكننا متابعتهم. لذا فالمستوى 2 من الوعي للبشر كصنف، سيكون العدد الكلي للعواطف والإشارات المميزة التي نستخدمها للتواصل مضروبا في رقم دونبار 150 (يمكن أن تكون للأفراد مستويات مختلفة من المستوى 2 من الوعي، بما أن حلقات أصدقائهم والطرق التي يتفاعلون بها معهم تتفاوت كثيرا).
علينا أن نلاحظ أيضا أنه من الممكن لبعض الكائنات من المستوى 1 من الوعي (كالحشرات والزواحف) أن تظهر تصرفات مجتمعية. فعندما ترتطم نملة بأخرى، تتبادلان المعلومات عبر الروائح الكيميائية. ويتواصل النحل بالرقص ليدل على موقع أحواض الزهور. وتمتلك الزواحف نظاما صدغيا بدائيا، لكنها على العموم لا تظهر أي عواطف.

(4) Gazzaniga, p. 27.

(5) Gilbert, p. 5.

(6) Gazzaniga, p. 20.

(7) Eagleman, p. 144.

(8) Brockman, p. xiii.

(9) Bloom, p. 51.

(10) Bloom, p. 51.

(11) مقابلة مع الدكتور مايكل غازانيكا في سبتمبر من العام 2012 لبرنامج «علم رائع» الذي بث على إذاعة «راديو ناشيونال».

(12) Gazzaniga, p. 85.

الفصل 3

(1) http:// www. ibm. com/ 5in5.

(2) مقابلة مع الدكتور غالانت في 11 يوليو من العام 2012 في جامعة كاليفورنيا، بيركلي. وأيضا مقابلة مع الدكتور غالانت في برنامج «علم رائع» على إذاعة «راديو ناشيونال» في يوليو 2012.

(3) Berkeleyan Newsletter, September 22, 2011, http://newscenter.berkeley.edu/2011/09/22/brain-movies.

(4) Brockman, p. 236.

(5) زيارة لمخبر الدكتور بيسلي في 11 يوليو 2012 في جامعة كاليفورنيا - بيركلي.

(6) The Brain Institute, University of Utah, Salt Lake City, http:// brain. utah. edu.

(7) http:// io9/ 543338/ a- device- that- lets- io9.
com/ 543338/ a- device- that- lets- ou- type- with- your- mind.

(8) http:// news. discovery. com/ tech/ type- with- your- mind- 110309. html.

(9) Discover Magazine Presents the Brain, Spring 2012, p. 43.

(10) Scientific American, November 2008, p. 68.

(11) Garreau, pp. 23–24.

(12) ندوة حول مستقبل العلم أقامتها قناة العلم الخيالي في تشابوت بيس ومركز العلوم في أوكلاند بكاليفورنيا في مايو 2004.

(13) مؤتمر في آنهايم بكاليفورنيا في أبريل 2009.

(14) Garreau, p. 22.

(15) Ibid., p. 19.

(16) زيارة إلى معمل د.غالانت في جامعة كاليفورنيا، بيركلي، في 11 يوليو 2012.

(17) http://www. nbcnews. com/ id/47447302/ns/ healthhealth_care/t/paralyzed-woman-gets-robotic-arm.html.

الفصل 4

(1) New York Times, May 17, 2012, p. A17 and
http:// www.msnbc. mns. com/ id/ 47447302/ ns/ health- health_ care/ t/ paralyzed-woman-getsrobotic-arm. html.

(2) مقابلة مع الدكتور جون دونهيو في نوفمبر 2009 لبرنامج «علم رائع» على إذاعة «راديو ناشيونال».

(3) Centers for Disease Control and Prevention, Washington, D.C.
http://www.cdc.gov/ traumatic braininjury/ scifacts. html.

(4) http://physio.northwestern.edu/faculty/miller.htm;
http://www.northwestern.edu/newscenter/ stories/ 2012/ 04/ miller- paralyzed- technology. html.

(5) http:// www. northwestern. edu/newscenter/ stories/ 2012/ 04/miller-paralyzed- technology. html.

(6) http://www.darpa.mil/Our_Work/DSO/Programs/Revolutionizing_Prosthetics.aspx.
CBS 60 Minutes, broadcast on December 30, 2012.

(7) Ibid.

(8) Ibid.

(9) Wall Street Journal, May 29, 2012.

(10) مقابلة مع الدكتور نيكوليليس في أبريل 2011 لبرنامج «علم رائع» على إذاعة «راديو ناشيونال».

(11) New York Times, March 13, 2013, http://nytimes.com/2013/03/01/science/ new- research-suggests- two- rat- brains- can- be- linked. See also Huffington Post, February 28, 2013, http://www.huffingtonpost.com/2013/02/28/mind-melds-braincommunication_n_2781609.html.

(12) USA Today, August 8, 2013, p. 1D.

(13) مقابلة مع الدكتور نيكوليليس في أبريل 2011.

(14) النقاش الكامل حول الهيكل الخارجي، انظر Nicolelis, pp. 303–7 .

(15) http://www.asimo.honda.com.
وأيضا المقابلة مع مصنعي الروبوت آسيمو في أبريل 2007 لبرنامج «رؤى المستقبل» على تلفاز الـ «بي. بي. سي».

(16) http:// discover magazine.com/ 2007/ may/ reviewtest-driving- the- future.

(17) Discover, December 9, 2011, http://discovermagazine.com/ 2011/dec/09- mind-over- motor-controlling-robots-with-your-thoughts.

(18) Nicolelis, p. 315.

(19) مقابلة مع العلماء في مركز كارنيغي ميلون في أغسطس 2010 لمسلسل «علم الخيال العلمي» على قناة «ديسكفري ساينس» التلفزيونية.

الفصل 5

(1) Wade, p. 89.

(2) Ibid., p. 91.

(3) Damasio, pp. 130–53.

(4) Wade, p. 232.

(5) http://www.newscientist.com/article/dn3488.

(6) http://www.eurekalert.org/pub_ releases/2011- 06/uoscrmr06211.php.

(7) http://hplus magazine.com/2009/03/18/artificial- hipppocampus.

(8) http://articles.washingtonpost.com/ 2013-07-12/national/40863765_1_brain- cells- mice- new- memories.

(9) يثير هذا السؤال حول ما إذا كان للحمام الزاجل، والطيور المهاجرة، والحيتان... إلخ، ذاكرة طويلة الأمد، باعتبار أنها تهاجر عبر مئات الآلاف من الأميال بحثا عن مواطن الغذاء والتناسل. لا يعرف العلم إلا القليل عن هذه الأمور. لكن يعتقد أن ذاكراتها طويلة الأمد مبنية على تمييز بعض العلامات الفارقة على مساراتها، بدلا من استدعاء ذكريات مفصلة لحوادث سابقة. بمعنى آخر فإنها لا تستخدم ذاكرة الأحداث السابقة لتساعدها في تمثيل المستقبل. تتألف ذاكراتها طويلة الأمد من سلسلة من

العلامات البارزة فقط. ويبدو أن البشر هم وحدهم الذين يستخدمون ذاكرات طويلة الأمد للمساعدة في تمثيل المستقبل.
(10) Michael Lemonick, "Your Brain: A User's Guide," Time, December 2011, p. 78.
(11) http:// sciencedaily. com/ videos/ 2007/ 0210- brain_ scans_ of_the_ future. htm.
(12) http:// www. sciencedaily. com/ videos/ 2007/ 0710.
(13) New York Times, September 12, 2012, p. A18.
(14) http:// www.tgdaily.com/general-sciences- features/58736-artificial-cerebellum-restores-rats.
(15) Alzheimer's Foundation of America, http://www.alzfdn.org.
(16) ScienceDaily.com, October 2009, http://www.sciencedaily.com/releases/2009/10/ 09101 9122647.htm.
(17) Ibid.
(18) Wade, p. 113.
(19) Ibid.
(20) Ibid., p. 114.
(21) Bloom, p. 244.
(22) SATI e-News, June 28, 2007, http://www.mysati.com/enews/June2007/ptsd.htm.
(23) Boleyn-Fitzgerald, p. 104.
(24) Ibid.
(25) Ibid., p. 105.
(26) Ibid., p. 106.
(27) Nicolelis, p. 318.
(28) New Scientist, March 12, 2003, http://www.newscientists.com/article/dn3488.

الفصل 6

(1) http://abcnews.go.com/blogs/headlines/2012/03/einsteins-brain-arrives-in-londonafter-odd-journey.
(2) Gould, p. 109.
(3) www.sciencedaily.com/releases/2011/ 12/11120 8257120. htm.
(4) Gladwell, p. 40.
(5) See C. K. Holahan and R.R. Sears, The Gifted Group in Later Maturity (Stanford, CA: Stanford University Press, 1995).
(6) Boleyn-Fitzgerald, p. 48.
(7) Sweeney, p. 26.
(8) Bloom, p. 12.
(9) Ibid., p. 15.
(10) http://www.darold treffert.com.
(11) Tammet, p. 4.
(12) مقابلة مع السيد دانيل تاميت في أكتوبر 2007 لبرنامج «علم رائع» على إذاعة «راديو ناشيونال».
(13) Science Daily, March 2012, http://www.sciencedaily.com/releases/2012/03/ 12032 2100313. htm.
(14) AP wire story, November 8, 2004, http://www.Space.com.
(15) Neurology 51 (October 1998): pp. 978–82. See also: http://www.wisconsinmedicalsociety.org/savant_ syndrome/savant- articles/acquired_ savant.
(16) Sweeney, p. 252.
(17) Center of the Mind, Sydney, Australia, http://www.centerof themind.com.
(18) R. L. Young, M. C. Ridding, and T. L. Morrell, "Switching Skills on by Turning Off Part of the Brain," Neurocase 10 (2004): 215, 222.
(19) Sweeney, p. 311.

(20) Science Daily, May 2012, http://www.sciencedaily.com/releases/2012/05/120509180113.htm.

(21) Ibid.

(22) Sweeney, p. 294.

(23) Sweeney, p. 295.

(24) Katherine S. Pollard, "What Makes Us Different," Scientific American Special Collectors Edition (Winter 2013): 31–35.

(25) Ibid.

(26) Ibid.

(27) TG Daily, November 15, 2012. http://www.tgdaily.com/general-sciences-features/ 67503- new- found- gene- separates- man- from- apes.

(28) See, for example, Gazzaniga, Human: The Science Behind What Makes Us Unique.

(29) Gilbert, p. 15.

(30) Douglas Fox, "The Limits of Intelligence," Scientific American, July 2011, p. 43.

(31) Ibid., p. 42.

الفصل 7

(1) Hall and R. Van de Castle, The Content Analysis of Dreams (New York: Appleton-Century-Crofts, 1966).

(2) مقابلة مع الدكتور ألان هوبسون في يوليو 2012 لبرنامج «علم رائع» على إذاعة «راديو ناشيونال».

(3) Wade, p. 229.

(4) New Scientist, December 12, 2008,
http://www.newscientist.com/article/dn16267-mindread
ing-software-could-recordyour- dreams.html#.UvE9P0Qi07s.

(5) Visit to Dr. Gallant's laboratory on July 11, 2012.

(6) Science Daily, October 28, 2011, http://www.sciencedaily.com/releases/2011/10/111028113626.htm.

(7) See the work of Dr. Babak Parviz, http://www.wearable- technologies.com/262.

الفصل 8

(1) Miguel Nicolelis, Beyond Boundaries (New York: Henry Holt, 2011), pp. 228–32.

(2) مشروع MKUltra، برنامج بحث لـ CIA في التحكم في التصرف. استماع مشترك أمام اللجنة المختارة حول الموارد البشرية في الكونغرس الأمريكي رقم 95، الجلسة الأولى، مكتب الطباعة الحكومي، 8 أغسطس 1977، واشنطن دي سي.
http://www.nytimes.com/ packages/pdf/national/13inmate_ Project MKULTRA.Pdf
تقول الـ CIA إنها وجدت أوراقا سرية أكثر حول التحكم في التصرف، مجلة «نيويورك تايمز» في 3 سبتمبر 1977 «سجلات التحكم في العقل الحكومية» لـ MKULtra والـ Bluebird/Artichoke.
http://wanttoknow.info/mindcontrol.Shtml
اللجنة المختارة لدراسة العمليات الحكومية بالنسبة إلى الأنشطة الاستخباراتية، الاستخبارات الأجنبية والعسكرية، تقرير لجنة تشيرش رقم 755-94، الكونغرس الـ 94، الجلسة الثانية الصفحة 392، مكتب الطباعة الحكومي، واشنطن دي سي 1976: مشروع الـ MKUltra لبرنامج بحوث التحكم في التصرف.
http://scribd.com/doc/75512716/Project- MKUltra-The-CIA-s-Programof-Research-in-Behavior-Modification.

(3) Rose, p. 292.

(4) Ibid., p. 293.

(5) "Hypnosis in Intelligence," Black Vault Freedom of Information Act Archive, 2008,
http://documents.theblackvault.com/documents/mindcontrol/ hypnosisinintelligence. pdf.

(6) Boleyn-Fitzgerald, p. 57.

(7) Sweeney, p. 200.

(8) Boleyn-Fitzgerald, p. 58.
(9) http://www.nytimes.com/2011/05/17/science/17optics.html.
(10) York Times, March 17, 2011, http://nytimes.com/2011/05/17/science/17optics.html.

الفصل 9

(1) Eagleman, p. 207.
(2) Boleyn-Fitzgerald, p. 122.
(3) Ramachandran, p. 280.
(4) David Biello, Scientific American, p. 41, www.sciammind.com.
(5) Ibid., p. 42.
(6) Ibid., p. 45.
(7) Ibid., p. 44.
(8) Sweeney, p. 166.
(9) Ibid., p. 90.
(10) Ibid., p. 165.
(11) Ibid., p. 208.
(12) Ramachandran, p. 267.
(13) Carter, pp. 100–103.
(14) Baker, pp. 46–53.
(15) Ibid., p. 3.
(16) Carter, p. 98.
(17) New York Times, February 26, 2013.
http://www.nytimes.com/2013/03/01/ health/study- finds-genetic-risk-factorssharedby-5-psychiatric-disorders.html.
(18) Ibid.

الفصل 10

(1) Crevier, p. 109.
(2) Ibid.
(3) Kaku, p. 79.
(4) Brockman, p. 2.
(5) مقابلة مع مصنعي الروبوت آسيمو خلال زيارة لمختبر هوندا في ناغويا اليابان في أبريل 2007 لحلقات رؤى المستقبل لتلفاز الـ «بي بي سي».
(6) مقابلة مع الدكتور رودني بروكس في أبريل 2002 لبرنامج «استكشاف» على إذاعة «راديو ناشيونال».
(7) زيارة لمختبر الوسائط في الـ MIT لقناة «ديسكفري ساينس» في برنامج علم الخيال العلمي في أبريل 13 العام 2010.
(8) Moss, p. 168.
(9) Gazzaniga, p. 352.
(10) Ibid., p. 252.
(11) Guardian, August 9, 2010,
http://www.theguardian.com/technology/2010/aug/09/nao-robot-develop- display-emotions.
(12) http://cosmomagazine.com/news/4177/reverseengineering-brain.
(13) Damasio, pp. 108–29.
(14) Kurzweil, p. 248.
(15) Pinker, "The Riddle of Knowing You're Here," Your Brain: A User's Guide, Winter, 2011, p. 19.

(16) Gazzaniga, p. 352.

(17) Kurzweil.net, August 24, 2012, http://www.kurzweilai.net/robot-learns-self-awareness. See also Yale Daily News, September 25, 2012, http://yaledailynews.com/blog/2012/09/25/first-self-aware-robot-created.

(18) مقابلة مع الدكتور هانز مورافيك في نوفمبر 1998 لبرنامج «استكشاف» على إذاعة «راديو ناشيونال».

(19) Sweeney, p. 316.

(20) مقابلة مع الدكتور بروكس في أبريل 2002 لبرنامج استكشاف على إذاعة «راديو ناشيونال».

(21) TEDTalks, http://www.ted.com/talks/lang/en/rodney_brooks_on_ robots.html.

(22) http://phys.org/news205059692.html.

الفصل 11

(1) http://actu.epfl.ch/news/thehuman-brain-project-wins-top-european-science.

(2) http://blog.ted.com/2009/10/15/supercomputing.

(3) Kushner, p. 19.

(4) Ibid., p. 2.

(5) Sally Adee, "Reverse Engineering the Brain," IEEE Spectrum, http://spectrum.ieee.org/biomedical/ethics/reverse-engineering-the-brain.

(6) http://www.cnn.com/2012/03/01/tech/innovation/brain-map-connectome.

(7) http://www.ted.com/talks/lang/en/sebastian_seung.html.

(8) http://ts-si.org/neuroscience/29735-allen-human-brain-atlas-updates-with- comprehensive.

(9) TED Talks, January 2010, http://www.ted.com.

الفصل 12

(1) Nelson, p. 137.

(2) Ibid., p. 140.

(3) National Geographic News, April 8, 2010,
http://news.nationalgeographic.com/news/2010/04/100408-near-death -experiencesblood-carbon -dioxide; Nelson, p. 126.

(4) Nelson, p. 126.

(5) Ibid., p. 128.

(6) دبي، الإمارات العربية المتحدة، نوفمبر 2012 مقابلة في فبراير 2003 لبرنامج «استكشاف» على إذاعة «راديو ناشيونال». مقابلة في أكتوبر 2012 لبرنامج «علم رائع» على إذاعة «راديو ناشيونال».

(7) Bloom, p. 191.

(8) Sweeney, p. 298.

(9) Carter, p. 298.

(10) مقابلة مع الدكتور روبرت لانزا في سبتمبر 2009 لبرنامج «استكشاف» على إذاعة «راديو ناشيونال».

(11) Sebastian Seung, TEDTalks, http://www.ted.com/talks/lang/en/sebastian_ seung.html.

(12) http://www.bbc.co.uk/sn/tvradio/programmes/horizon/broadband/tx/isolation/timeline.

(13) مقابلة مع الدكتور مورافيك في نوفمبر 1998 لبرنامج «استكشاف» على إذاعة «راديو ناشيونال».

(14) انظر مجموعة رسائل في مجلة «الأخبار الكيميائية والهندسية» من العام 2003 حتى العام 2004.

(15) Garreau, p. 128.

الفصل 13

(1) Sir Martin Rees, Our Final Hour (New York: PerseusBooks, 2003), p. 182.

الفصل 14

(1) Kepler Web Page, http://kepler.nasa.gov.

(2) Ibid.

(3) مقابلة مع الدكتور ويرذهايمر في يونيو 1999 لبرنامج «استكشاف» على إذاعة «راديو ناشيونال».

(4) مقابلة مع الدكتور سيث شوستاك في مايو 2012 لبرنامج «علم رائع» على إذاعة «راديو ناشيونال».

(5) Ibid.

(6) Davies, p. 22.

(7) Sagan, p. 221.

(8) Ibid.

(9) Ibid.

(10) Ibid., p. 113.

(11) Eagleman, p. 77.

(12) مقابلة مع الدكتور بول ديفيس في أبريل 2012 لبرنامج «علم رائع» على إذاعة «راديو ناشيونال».

(13) Davies, p. 159.

(14) Discovery News, December 27, 2011, http://news.discovery.com/space/seti- to-scour- the-moon-for-alien- tech- 111227.htm.

الفصل 15

(1) Wired, April 2000, http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html.

(2) Garreau, p. 139.

(3) Ibid., p. 180.

(4) Ibid., p. 353.

(5) Ibid., p. 182.

(6) Eagleman, p. 205.

(7) Ibid., p. 208.

(8) Pinker, p. 132.

(9) مقابلة مع الدكتور ستيفان جي غولد في نوفمبر 1996 لبرنامج استكشاف على إذاعة «راديو ناشيونال».

(10) Pinker, p. 133.

(11) Pinker, "The Riddle of Knowing You're Here,"Time: Your Brain: A User's Guide (Winter 2011), p. 19.

(12) Eagleman, p. 224.

الملحق

(1) مقابلة مع الدكتور سايمون بارون كوهن في يوليو 2005 لبرنامج استكشاف على إذاعة «راديو ناشيونال».

(2) Sweeney, p. 150.

المصطلحات

Amygdala	اللوزة
Anterior cingulate	الحزام الأمامي
Amyotrophic lateral sclerosis	تصلب الأطراف العصبي
Basal ganglia	العقد القاعدية
Capgras delusion	وهم كابغراس
Connectome	خريطة عصبية للدماغ البشري
Caudate nuclei	النواة المذنبة
cerebral palsy	الشلل الدماغي
Corpus Callosum	الحبل العصبي
cerebellum	المخيخ
cystic fibrosis	التليف الكيسي
Dorsolateral	الظهرانية الجانبية
Front temporal dementia	الخرف الجبهي الصدغي
Frontal lobe	الفص الأمامي
Fovea	نقرة العين
Hyper thymestic	التخيل المفرط
Insula	المنطقة العازلة
Limbic	الحوفي
Lissencephaly	الدماغ الأملس
Nucleus accumbens	النواة المتكئة
Olfactory bulb	البصلة الشمية
Optogenetics	علم الجينات الضوئية
Orbitofrontal	الجبهية الحجاجية
Obsessive-compulsive	الوسواس القهري
Occipital lobe	الفص القذالي

الفص الجداري	Parietal lobe
القشرة الحسية الجسدية	Somatosensory
استبانة مكانية	Spatial Resolution
المشبك العصبي	Synapse
الحزام تحت الثفني	Subcallosal cingulate
الفص الصدغي	Temporal lobe
استبانة زمنية	Temporal Resolution
المهاد	Thalamus
المخطط البطني	Ventral striatum
السقيفة البطنية	Ventral tegmental
القشرة البطنية الانسية	ventromedial
المخطط البطني	Ventral striatum

اقتراحات للقراءة

Baker, Sherry. “Helen Mayberg.” Discover Magazine Presents the Brain. Waukesha, WI: Kalmbach Publishing Co., Fall 2012.
Bloom, Floyd. Best of the Brain from Scientific American: Mind, Matter, and Tomorrow’s Brain. New York: Dana Press, 2007.
Boleyn-Fitzgerald, Miriam. Pictures of the Mind: What the New Neuroscience Tells Us About Who We Are. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education, 2010.
Brockman, John, ed. The Mind: Leading Scientists Explore the Brain, Memory, Personality, and Happiness. New York: Harper Perennial, 2011.
Calvin, William H. A Brief History of the Mind. New York: Oxford University Press, 2004.
Carter, Rita. Mapping the Mind. Berkeley: University of California Press, 2010.
Crevier, Daniel. AI: The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence. New York: Basic Books, 1993.
Crick, Francis. The Astonishing Hypothesis: The Science Search for the Soul. New York: Touchstone, 1994.
Damasio, Antonio. Self Comes to Mind: Constructing the Conscious Brain. New York: Pantheon Books, 2010.
Davies, Paul. The Eerie Silence: Renewing Our Search for Alien Intelligence. New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2010.
Dennet, Daniel C. Breaking the Spell: Religion as a Natural Phenomenon. New York: Viking, 2006.
—————. Conscious Explained. New York: Back Bay Books, 1991.
DeSalle, Rob, and Ian Tattersall. The Brain: Big Bangs, Behaviors, and Beliefs. New Haven, CT: Yale University Press, 2012.
Eagleman, David. Incognito: The Secret Lives of the Brain. New York: Pantheon Books, 2011.
Fox, Douglas. “The Limits of Intelligence,” Scientific American, July 2011.
Garreau, Joel. Radical Evolution: The Promise and Peril of Enhancing Our Minds, Our Bodies —and What It Means to Be Human. New York: Random House, 2005.
Gazzaniga, Michael S. Human: The Science Behind What Makes Us Unique. New York: HarperCollins, 2008.
Gilbert, Daniel. Stumbling on Happiness. New York: Alfred A. Knopf, 2006.
Gladwell, Malcolm. Outliers: The Story of Success. New York: Back Bay Books, 2008.
Gould, Stephen Jay. The Mismeasure of Man. New York: W. W. Norton, 1996.
Horstman, Judith. The Scientific American Brave New Brain. San Francisco: John Wiley and Sons, 2010.
Kaku, Michio. Physics of the Future. New York: Doubleday, 2009.
Kurzweil, Ray. How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed. New York: Viking Books, 2012.
Kushner, David. “The Man Who Builds Brains.” Discover Magazine Presents the Brain. Waukesha, WI: Kalmbach Publishing Co., Fall 2001.
Moravec, Hans. Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988.
Moss, Frank. The Sorcerers and Their Apprentices: How the Digital Magicians of the MIT Media Lab Are Creating the Innovative Technologies That Will Transform Our Lives. New York: Crown Business, 2011.
Nelson, Kevin. The Spiritual Doorway in the Brain. New York: Dutton, 2011.

Nicolelis, Miguel. Beyond Boundaries: The New Neuroscience of Connecting Brains with Machines—and How It Will Change Our Lives. New York: Henry Holt and Co., 2011.

Pinker, Steven. How the Mind Works. New York: W. W. Norton, 2009.

———. The Stuff of Thought: Language as a Window into Human Nature. New York: Viking, 2007.

———. "The Riddle of Knowing You're Here." In Your Brain: A User's Guide. New York: Time Inc. Specials, 2011.

Piore, Adam. "The Thought Helmet: The U.S. Army Wants to Train Soldiers to Communicate Just by Thinking." The Brain, Discover Magazine Special, Spring 2012.

Purves, Dale, et al., eds. Neuroscience. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2001.

Ramachandran, V. S. The Tell-Tale Brain: A Neuroscientist's Quest for What Makes Us Human. New York: W. W. Norton, 2011.

Rose, Steven. The Future of the Brain: The Promise and Perils of Tomorrow's Neuroscience. Oxford, UK: Oxford University Press, 2005.

Sagan, Carl. The Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence. New York: Ballantine Books, 1977.

Sweeney, Michael S. Brain: The Complete Mind: How It Develops, How It Works, and How to Keep It Sharp. Washington, D.C.: National Geographic, 2009.

Tammet, Daniel. Born on a Blue Day: Inside the Extraordinary Mind of an Autistic Savant. New York: Free Press, 2006.

Wade, Nicholas, ed. The Science Times Book of the Brain. New York: New York Times Books, 1998.

المؤلف في سطور

ميشيو كاكو

- أمريكي من أصل ياباني، ولد في كاليفورنيا في الولايات المتحدة العام 1947.
- أستاذ الفيزياء النظرية في كلية سيتي وجامعة سيتي في نيويورك.
- المؤسس المشارك لنظرية «الأوتار الفائقة»، ومؤلف العديد من الكتب العلمية المشهورة منها: «الفضاء المفرط»، «ما بعد آينشتاين»، «فيزياء المستحيل»، «فيزياء المستقبل»، «عوالم متوازية»، «كون آينشتاين»، «رؤى مستقبلية»، إلى جانب هذا الكتاب: «مستقبل العقل».
- المضيف لعدد من البرامج التلفزيونية والإذاعية العلمية.

المترجم في سطور

د. سعد الدين خرفان

- مواليد حمص - سورية العام 1946.
- حصل على شهادة الماجستير في البتروكيمياء من جامعة مانشستر في بريطانيا العام 1970.
- حاز شهادة الدكتوراه في هندسة المفاعلات من جامعة نيوكاستل في بريطانيا العام 1976.
- أستاذ زائر في قسم الهندسة الكيميائية والبيولوجية في جامعة ألاباما في الولايات المتحدة الأمريكية.
- أستاذ الهندسة الكيميائية في كلية الهندسة الكيميائية والبترولية في حمص – سورية منذ العام 1988.
- أشرف على العديد من دراسات الماجستير والدكتوراه.
- له أكثر من خمسين بحثا منشورا في مجال الهندسة الكيميائية والبيئة والطاقة.
- ترجم لسلسلة «عالم المعرفة»: «رؤى مستقبلية»، «وجه غايا المتلاشي»، «فيزياء المستحيل»، «تغير المناخ والجغرافيا الجديدة للعنف»، «الفن الضائع» في جزأين.
- من كتبه المترجمة: «من أجل البقاء أحياء»، «الله والعقل والكون»، «الجائزة الكونية الكبرى»، «البوذية».
- من مؤلفاته: «تغير المناخ ومستقبل الطاقة»، «الهندسة الكيميائية» في أربعة أجزاء، «الحاسب الإلكتروني»، «الإدارة الصناعية»، «عمليات مشتركة وأجهزة» في جزأين.

«عالم المعرفة» سلسلة كتب ثقافية تصدر في مطلع كل شهر ميلادي عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - دولة الكويت - وقد صدر العدد الأول منها في شهر يناير العام 1978.

تهدف هذه السلسلة إلى تزويد القارئ بمادة جيدة من الثقافة تغطي جميع فروع المعرفة، وكذلك ربطه بأحدث التيارات الفكرية والثقافية المعاصرة. ومن الموضوعات التي تعالجها تأليفا وترجمة:

1 - الدراسات الإنسانية: تاريخ - فلسفة - أدب الرحلات - الدراسات الحضارية - تاريخ الأفكار.

2 - العلوم الاجتماعية: اجتماع - اقتصاد - سياسة - علم نفس - جغرافيا - تخطيط - دراسات استراتيجية - مستقبليات

3 - الدراسات الأدبية واللغوية: الأدب العربي - الآداب العالمية - علم اللغة.

4 - الدراسات الفنية: علم الجمال وفلسفة الفن - المسرح - الموسيقى - الفنون التشكيلية والفنون الشعبية.

5 - الدراسات العلمية: تاريخ العلم وفلسفته، تبسيط العلوم الطبيعية (فيزياء، كيمياء، علم الحياة، فلك) - الرياضيات التطبيقية (مع الاهتمام بالجوانب الإنسانية لهذه العلوم)، والدراسات التكنولوجية.

أما بالنسبة إلى نشر الأعمال الإبداعية - المترجمة أو المؤلفة - من شعر وقصة ومسرحية، وكذلك الأعمال المتعلقة بشخصية واحدة بعينها فهذا أمر غير وارد في الوقت الحالي.

وتحرص سلسلة «عالم المعرفة» على أن تكون الأعمال المترجمة حديثة النشر.

وترحب السلسلة باقتراحات التأليف والترجمة المقدمة من المتخصصين، على ألا يزيد حجمها على 350 صفحة من القطع المتوسط، وأن تكون مصحوبة بنبذة وافية عن الكتاب وموضوعاته وأهميته ومدى جدته وفي حالة الترجمة

ترسل نسخة مصورة من الكتاب بلغته الأصلية كما ترفق مذكرة بالفكرة العامة للكتـاب وكذلك يجب أن تدوّن أرقام صفحات الكتاب الأصلي المقابلة للنص المترجـم على جانب الصفحة المترجمة والسلسلـة لا يمكنهـا النظـر فـي أي ترجمـة ما لم تكن مستوفية لهذا الشرط والمجلس غير ملزم بإعادة المخطوطات والكتـب الأجنبية في حالة الاعتذار عن عدم نشـرها وفي جميع الحالات ينبغي إرفاق سـيرة ذاتية لمقترح الكتاب تتضمن البيانات الرئيسـية عن نشـاطه العلمي السابق .

وفي حـال الموافقـة والتعاقد على الموضوع ـ المؤلـف أو المترجم ـ تصرف مكافأة للمؤلـف مقدارها ألفا دينار كويتي ، وللمترجم مكافأة بمعدل ثلاثين فلسـا عن الكلمـة الواحـدة في النص الأجنبـي ، (وبحد أقصى مقداره ألفان وخمسـمائة دينار كويتي).

سعر النسخة

الكويت ودول الخليج	دينار كويتي
الدول العربية	ما يعادل دولارا أمريكيا
خارج الوطن العربي	أربعة دولارات أمريكية

الاشتراكات

دولة الكويت

للأفراد	15 د. ك
للمؤسسات	25 د. ك

دول الخليج

للأفراد	17 د. ك
للمؤسسات	30 د. ك

الدول العربية

للأفراد	25 دولارا أمريكيا
للمؤسسات	50 دولارا أمريكيا

خارج الوطن العربي

للأفراد	50 دولارا أمريكيا
للمؤسسات	100 دولار أمريكي

تسدد الاشتراكات والمبيعات مقدما نقدا أو بشيك باسم المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، مع مراعاة سداد عمولة البنك المحول عليه المبلغ في الكويت، ويرسل إلينا بالبريد المسجل على العنوان التالي:

المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

ص. ب 23996 الصفاة - الرمزي البريدي 13100

دولة الكويت

بدالة: 22416006 (00965)

داخلي: 1196/ 1195/ 1194/ 1153/1193/ 1152

WITHE

اتحاد الموزعين العرب
ARAB DISTRIBUTORS UNION

كشف بأسماء وأرقام وكلاء التوزيع - أولاً: التوزيع المحلي - دولة الكويت

م	الدولة	وكيل التوزيع	رقم الهاتف	رقم الفاكس	الإيميل
1	الكويت	المجموعة الإعلامية العالمية	00965 24826820/1/2	00965 24826823	im_grp50@yahoo.com
		ثانياً: التوزيع الخارجي			
2	السعودية	الشركة السعودية للتوزيع	00966 /14419933 – 14418972	009661 12121766 – 1212774	bander.shareef@saudidistribution.com babiker.khalil@saudidistribution.com
3	البحرين	مؤسسة الأيام للنشر	00973 /17617733 – 36616168	00973 17617744	cir@alayam.com rudainaa.ahmed@alayam.com
4	الإمارات	شركة الإمارات للطباعة والنشر والتوزيع	00971 43916501/2/3	00971 43918354 – 43918019	eppdc@emirates.net.ae info@eppdco.com essam.ali@eppdco.com
5	سلطنة عُمان	مؤسسة العطاء للتوزيع	00968 24492936 – 24496748 – 24491399	00968 24493200	alattadist@yahoo.com
6	قطر	شركة دار الثقافة	00974 44621942 / 44622182	00974 44621800	thaqafadist@qatar.net.qa
7	مصر	مؤسسة أخبار اليوم	00202 25782700/1/2/3/4/5 00202 25806400	00202 25782540	ahmed_isaac2008@hotmail.com
8	لبنان	مؤسسة نعنوع الصحفية للتوزيع	00961 1666314/5	00961 1653259 00961 1653260	topspeed1@hotmail.com
9	تونس	الشركة التونسية	00216 71322499	00216 71323004	sotupress@sotup.com.nt
10	المغرب	الشركة العربية الأفريقية	00212 522249200	00212 522249214	s.wardi@sapress.ma
11	الأردن	وكالة التوزيع الأردنية	00962 6535885 – 797204095	00962 65337733	alshafiei.ankousha@aramex.com basem.abuhameds@aramex.com
12	فلسطين	شركة رام الله للتوزيع والنشر	00970 22980800	00970 22964133	wael.kassess@rdp.ps
13	اليمن	القائد للنشر والتوزيع	00967 1240883	00967 1240883	alkaidpd@yahoo.com
14	السودان	دار الريان للثقافة والنشر والتوزيع	002491 83242702	002491 83242703	daralryan_cup22@hotmail.com daralryan_12@hotmail.com

WITHE

تنويــه

للاطلاع على قائمة كتب السلسلة انظر عدد ديسمبر (كانون الأول) من كل سنة، حيث توجد قائمة كاملة بأسماء الكتب المنشورة في السلسلة منذ يناير 1978.

قسيمة اشتراك في إصدارات

المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

البيان	سلسلة عالم المعرفة		الثقافة العالمية		عالم الفكر		إبداعات عالمية		جريدة الفنون	
	د.ك	دولار	د.ك	دولار	د.ك	دولار	د.ك	دولار	د.ك	دولار
مؤسسات داخل الكويت	25		12		12		20		12	
أفراد داخل الكويت	15		6		6		10		8	
مؤسسات دول الخليج العربي	30		16		16		24			36
أفراد دول الخليج العربي	17		8		8		12			24
مؤسسات خارج الوطن العربي		100		50		40		100		48
أفراد خارج الوطن العربي		50		25		20		50		36
مؤسسات في الوطن العربي		50		30		20		50		36
أفراد في الوطن العربي		25		15		10		25		24

الرجاء ملء البيانات في حالة رغبتكم في: تسجيل اشتراك ☐ تجديد اشتراك ☐

الاسم:

العنوان:

اسم المطبوعة: مدة الاشتراك:

المبلغ المرسل: نقدا / شيك رقم:

التوقيع: التاريخ: / / 20م

المجلس الوطني
للثقافة والفنون والآداب

هذا الكتاب...

يعالج ميشيو كاكو مؤلف أكثر الكتب مبيعا، وفق صحيفة نيويورك تايمز - «فيزياء المستحيل»، و«فيزياء المستقبل»، و«الفضاء الفائق» - في كتابه هذا الموضوع الأكثر إثارة وتعقيدا في الكون الذي نعرفه: العقل البشري.

لأول مرة في التاريخ تظهر أسرار العقل الحي بوساطة عدد من المسوحات الدماغية عالية التقنية، التي صُممت من قبل فيزيائيين. وما كان يعد سابقا من قبيل الخيال العلمي أصبح الآن واقعا مدهشا. لم يعد تسجيل الذكريات والتخاطر من بُعد وتصوير الأحلام والتحكم في العقل والأفاتار والتحريك بالدماغ أمورا ممكنة فقط، بل إنها تتحقق عمليا.

يقدم لنا «مستقبل العقل» نظرة موثقة ومحفزة على البحوث المذهلة التي تجري في أرقى المختبرات في العالم – وقد بُنيت على أحدث التطورات في علم الأعصاب والفيزياء.

ربما سيكون لدينا يوما ما «حبة ذكية» يمكنها أن تزيد من قدراتنا الإدراكية، وربما سنستطيع تحميل مخزون عقولنا على حاسوب عصبونا عصبونا، وإرسال أفكارنا وعواطفنا حول العالم على «شبكة دماغية»، والتحكم في الحواسب والروبوتات بوساطة عقولنا، وتوسيع حدود بقائنا، وربما حتى إرسال وعينا ومعارفنا عبر الكون.

يأخذنا الدكتور كاكو في رحلة كبيرة مدهشة لما قد يمتلكه المستقبل، معطيا إيانا، ليس إحساسا قويا بكيفية عمل العقل فقط، بل بالكيفية التي تغيِّر فيها هذه التقانات حياتنا العادية أيضا. حتى إنه يعرض طريقة جديدة تماما للتفكير بـــ«الوعي»، ويطبقها لتقديم فهم جديد للمرض العقلي والذكاء الصنعي والوعي الخارجي.

بفهم الدكتور كاكو العميق للعلم الحديث، ونظرته الثاقبة إلى التطورات في المستقبل، يأخذنا كتاب «مستقبل العقل» في رحلة علمية مدهشة – إنه استكشاف استثنائي مثير لحدود علم أعصاب الدماغ.

ISBN 987- 99906 - 0-549-5

إصدارات المجلس متوافرة إلكترونيا على موقعنا :
www.nccal.gov.kw/publications